



American Welding Society®

CERTIFICATION

aws.org

METRIC
BOS
KOREAN

**CERTIFIED WELDING INSPECTOR (CWI)
PART B PRACTICAL**

**인증용접검사관(CWI)
파트 B 실습**

**BOOK OF SPECIFICATIONS
(BOS)**

**시방서
(BOS)**

2017

DO NOT WRITE ON THIS BOOK / 본책자에필기금지

FOREWORD

This *Part B Book of Specifications* is intended to be used as a reference book for taking the hands-on practical examination that is part of the CWI certification examinations. This practical examination simulates actual hands-on inspection and document reviews performed by the Certified Welding Inspector (CWI). You are expected to evaluate the acceptability of test specimens and documents for both procedure and welder qualifications and production welding by using standard measurement tools, visual inspection, and documents found in the Book of Exhibits. Acceptability is based upon the information contained in this *Book of Specifications*. The practical examination will test your ability to carry out these functions.

Although this *Book of Specifications* is formatted to look like a real codebook, it is not a real codebook and it should not be used as one. While some clauses in this *Book of Specifications* appear to be similar to codebooks that you are familiar with, read this *Book of Specifications* very carefully and do not rely on your memory to make decisions with regards to answers on this examination.

Review the organization of this *Part B Book of Specifications*. There are specific clauses that relate to workmanship and visual inspection criteria in three applications: Structural, Pipeline, and Pressure Piping. There are general clauses for inspection, procedure, and performance qualification that apply to all three applications. As this *Book of Specifications* applies to three applications, terms and definitions are not limited to AWS A3.0, *Standard Welding Terms and Definitions*.

In addition to the main body of the specification, there are annexes, tables, and figures that are important in your examination decisions. They are numbered uniquely so as to avoid confusion. Make sure that you have located all the necessary annexes, tables, and figures before you answer any question.

A Book of Exhibits is used in the exam and contains examples of various documents and photos including but not limited to WPS's, PQR's, WQTR's, heat treat charts, and NDE methods. Neither the test specimens nor the Book of Exhibits are available for review prior to the examination.

For some questions, narratives will give you information upon which you will be asked specific questions. The question may make reference to locations on certain specimens included in your test kit or refer to documents within the Book of Exhibits. In addition to the Book of Exhibits, all test kits have standard measuring tools necessary to complete the examination.

IMPORTANT

1. Read each question carefully and completely, including every choice provided. There will only be one correct answer. Be careful to transfer your choice of answer to the correct location on the answer sheet.
2. The weld replicas in the assigned test kit are made of plastic to assure that every test candidate receives the exact same specimens. As a consequence of the replication process, there may be color variations from actual weld metal and visible seams from the plastic assembly process. Ignore any pinholes, seams, glue squeezed out, or color variations in your determination of a correct answer.
3. You are expected to know how to use and apply each measuring and inspection instrument in the examination kit including knowing how to properly zero the instrument where relevant.
4. Use the margins or blank pages in your examination booklet to perform any required calculations. Do not write in this booklet.

서문

본 *파트 B 시방서*는 CWI 인증 시험에 포함되는 실습 시험에 대비한 참고서로 활용할 수 있습니다. 이 실습 시험은 인증 용접 검사관(CWI)이 수행하는 실제 현장 검사 및 문서 검토와 같은 방식으로 진행됩니다. 응시자는 표준 측정 도구, 육안 검사, 첨부 서적에 나와 있는 문서를 사용해 절차 검정 시험과 용접사 자격 시험 그리고 생산용 용접에 대해 시편과 문서의 합격 여부를 평가해야 합니다. 합격 여부는 이 *시방서*에 수록된 정보를 기반으로 합니다. 실습 시험에서는 이러한 기능을 수행하는 능력을 테스트합니다.

이 *시방서*는 실제 규정집처럼 보이는 형식을 띠고 있지만 실제 규정집은 아니므로 규정집으로 사용하면 안 됩니다. 이 *시방서*의 일부 조항은 익숙한 규정집과 비슷해 보이겠지만, *시방서*를 매우 주의 깊게 읽고 시험에 답안을 작성할 때 기억에 기대어 결정하지 마십시오.

*파트 B 시방서*의 구성을 검토하십시오. 구조물, 파이프라인, 압력 배관의 세 가지 응용 분야에서 작업 기술 및 육안 검사 기준과 관련된 특정 조항이 있습니다. 세 가지 응용 분야에 모두 적용되는 검사, 절차 및 자격 검정에 대한 일반 조항이 있습니다. 이 *시방서*는 세 가지 응용 분야에 적용되므로 용어와 정의가 AWS A3.0, *표준 용접 용어 및 정의*에 제한되지 않습니다.

시방서 본문 외에도 시험과 관련된 결정을 할 때 중요한 부속 문서, 표, 그림 등이 있습니다. 이들에 대해서는 혼동되지 않도록 고유 번호가 매겨져 있습니다. 필요한 부속 문서, 표, 그림을 모두 찾은 후에 문항에 답하십시오.

첨부 서적은 시험에 사용되는데, WPS, PQR, WQTR, 열처리 차트, NDE 방법, 기타 사항 등을 포함한 다양한 문서와 사진을 예시로 수록하고 있습니다. 시편과 첨부 서적은 시험 전에 살펴볼 수 없습니다.

일부 문항의 경우 구두 설명을 통해 관련 정보를 제공하게 되며, 이 정보를 바탕으로 특정 문항에 답하게 됩니다. 이런 문항에서는 테스트 키트에 포함된 특정 시편의 위치를 언급하거나 첨부 서적 내의 문서를 참조할 수 있습니다. 첨부 서적 외에, 모든 테스트 키트에 시험을 마치는 데 필요한 표준 측정 도구가 들어 있습니다.

중요

1. 각 문항과 제시되는 모든 보기를 주의 깊게 끝까지 읽으십시오. 각 문항마다 정답은 하나 뿐입니다. 선택한 답을 답안지의 올바른 위치에 정확히 옮겨 적으십시오.
2. 모든 테스트 응시자가 정확히 동일한 시편을 받을 수 있도록 하기 위해 할당된 테스트 키트에 있는 용접 복제품은 플라스틱으로 제작되어 있습니다. 복제 공정의 결과로서, 실제 용접 금속과는 색상 차이가 있고 플라스틱 조립 공정에서 발생한 심 부분이 보일 수도 있습니다. 정답을 결정할 때 핀홀, 심, 밀려 나온 접착제 또는 색상 변화는 무시하십시오.
3. 상황에 따라 기구의 영점을 올바르게 조정하는 방법을 포함하여, 시험 키트에 있는 측정 도구와 검사 기구 각각에 대한 사용법과 적용법을 알고 있어야 합니다.
4. 시험지 여백이나 빈 페이지를 사용해 필요한 계산을 하시기 바랍니다. 본 소책자에 필기하지 마십시오.

Table of Contents / 목차

Page No. / 페이지

Foreword / 서문 i/ii
 List of Tables / 표 목록 v
 List of Figures / 그림 목록 v

1.0 General Requirements / 일반 요건 1

**2.0 Workmanship Requirements and Visual Inspection Acceptance Criteria – Structural Steel /
 작업 기술 요건과 육안 검사 합격 기준 – 구조용 강재** 4

2.1 Base Metal Preparation / 모재 준비 4
 2.2 Workmanship Requirements / 작업 기술 요건 4
 2.3 Visual Inspection Acceptance Criteria / 육안 검사 합격 기준 6
 2.4 Fillet Weld Dimensional Tolerances / 필릿 용접 치수 허용 오차 7

**3.0 Workmanship Requirements and Visual Inspection Acceptance Criteria – Pipeline /
 작업 기술 요건과 육안 검사 합격 기준 – 파이프라인** 15

3.1 Workmanship Requirements / 작업 기술 요건 15
 3.2 Visual Inspection Acceptance Criteria / 육안 검사 합격 기준 18

**4.0 Workmanship Requirements and Visual Inspection Acceptance Criteria – Pressure Piping /
 작업 기술 요건과 육안 검사 합격 기준 – 압력 배관** 25

4.1 Workmanship Requirements / 작업 기술 요건 25
 4.2 Visual Inspection Acceptance Criteria / 육안 검사 합격 기준 27

5.0 Procedure Qualification Requirements / 절차 검정 요건 30

5.1 WPS Requirements / WPS 요건 30/31
 5.2 Procedure Qualification Variables / 절차 검정 변수 34
 5.3 Procedure Qualification Test Requirements / 절차 검정 시험 요건 44
 5.4 Procedure Qualification Acceptance Criteria / 절차 검정 합격 기준 44
 5.5 Procedure Qualification Documentation / 절차 검정 문서 48

6.0 Performance Qualification Requirements / 자격 검정 요건 49

6.1 General / 일반 사항 49
 6.2 Performance Qualification Variables / 자격 검정 변수 49
 6.3 Performance Qualification Test Requirements / 자격 검정 시험 요건 52
 6.4 Performance Qualification Acceptance Criteria / 자격 검정 합격 기준 58
 6.5 Performance Qualification Documentation / 자격 검정 문서 58

Annex I (Normative)—A Number Table – Classification of Ferrous Weld Metal for Procedure Qualification /
 부속 I (표준) – A 번호 표 – 절차 검정 시험을 위한 철계 용접 금속의 분류 60/61
 Annex II (Normative)—F Number Table – Grouping of Welding Electrodes and Rods for Qualification /
 부속 II (표준) – F 번호 표 – 검정용 용접 전극 및 용접봉의 분류 62/63
 Annex III (Normative)—Base Metal Specifications and M-Number Tables /
 부속 III (표준) – 모재 규격 및 M 번호 표 64-73
 Annex III-A (Normative)—Base Metal Specifications /
 부속 III-A (표준) – 모재 규격 64/65
 Annex III-B (Normative)—M Number Tables – Base Metal Specifications & M-Number Table /
 부속 III-B (표준) – M 번호 표 – 모재 규격 및 M 번호 표 68-73

Annex IV (Normative)—Bend Specimen Preparation Requirements / 부속 IV(표준)—굽힘 시편 준비 요건	74/75
Annex V (Informative)—Useful Formulas, Conversions, Abbreviations and Information / 부속 V(표준)—유용한 공식, 변환, 약어, 정보	78/79
Annex VI (Informative)—Pipe Schedules / 부속 VI(정보)—파이프 일람표	84/85
Annex VII (Informative)—Blank WPS / 부속 VII(정보)—빈 WPS.....	86/87
Annex VIII (Informative)—Blank PQR / 부속 VIII(정보)—빈 PQR.....	90/91
Annex IX (Informative)—Blank WQTR / 부속 IX(정보)—빈 WQTR	92/93
Annex X (Informative)—Industry-Specific Non-Standard Terms and Definitions / 부속 X(정보)—산업별 비표준 용어와 정의.....	94/95

List of Tables / 표 목록

Tables / 표	Page No. / 페이지
1 Visual Inspection Acceptance Criteria – Structural Steel / 육안 검사 합격 기준 – 구조용 강재	8/9
2 Weld Profiles / 용접부 외형	10
3 Weld Profile Schedules / 용접부 외형 일람표	11
4 Maximum Dimensions of Undercutting (Pipeline) / 언더컷 최대 치수(파이프라인).....	22/23
5 Maximum Thickness of Reinforcement for Design Temperature / 설계 온도에 대한 보강물의 최대 두께.....	28
6 WPS Data Matrix / WPS 데이터 매트릭스	30/31
7 Thickness Limitation of Plate and Pipe for Groove Welds for Procedure Qualification / 절차 검정을 위한 그루브 용접용 판재와 파이프의 두께 제한	36/37
8 PQR Data Matrix / PQR 데이터 매트릭스	38/39
9 Limitations for Performance Qualification on Groove Welds in Pipe and Tube / 파이프와 튜브의 그루브 용접에 대한 자격 검정 제한 사항	51
10 Limitations for Performance Qualification in Plate Groove Welds / 판재 그루브 용접에서의 자격 검정 제한 사항	52
11 Examination Requirements for Performance Qualification / 자격 검정 시험 요건	53
12 Number of Bend Tests for Performance Qualification / 자격 검정을 위한 굽힘 시험 횟수.....	53
13 Allowable Base Metals for Performance Qualification / 자격 검정용으로 허용되는 모재	55
14 Allowable Filler Metals for Performance Qualification / 자격 검정용으로 허용되는 용가재	55
15 Position Limitation for Performance Tests / 자격 시험을 위한 위치 제한	56/57
16 SI Conversion Factors / SI 환산 계수	80/81
17 SI Prefixes / SI 접두사	80/81
18 Fraction/Decimal Equivalencies / 분수/소수 상응 값.....	

List of Figures / 그림 목록

Figures / 그림	Page No. / 페이지
A Weld Profiles for Butt Joint Requirements / 맞대기 접합용 용접부 외형 요건	12/13
B Fillet Weld Profile Requirements for Inside Corner Joints, Lap Joints, and T-Joints / 내부 코너 접합, 겹침 접합, T 접합을 위한 필릿 용접부 외형 요건	12/13
C Inadequate Penetration Without High-Low (IP) / 고저 없는 부적합한 투과(IP)	19
D Inadequate Penetration Due to High-Low (IPD) / 고저에 따른 부적합한 투과(IPD).....	19/20
E Incomplete Fusion at Root of Bead or Top of Joint (IF) / 비드의 루트 또는 접합부 상단에서의 불완전 용융(IF).....	20/21

1.0 General Requirements / 일반 요건

1.1 Scope / 적용 범위

1.1.1 This specification applies to the American Welding Society Certified Welding Inspector (CWI) examination and shall not be used for any other purpose. The CWI Practical Exam relies on the use of molded plastic replicas of actual weld specimens and as there are some visual characteristics of metal that do not reproduce in plastic with sufficient fidelity, the exclusion of acceptance criteria for these characteristics should not be construed as an endorsement for the exclusion of these criteria for any actual fabrication.

1.1.1 본 시방서는 미국 용접 학회 인증 용접 검사관(CWI) 시험에 적용되는 것으로, 다른 목적으로 사용해서는 안 된다. CWI 실습 시험은 실제 용접 시편의 성형 플라스틱 복제품을 사용하여 실시되는데, 플라스틱 재질로는 충실하게 재현되지 않는 금속 특유의 시각적 특성이 있으므로 이런 특성에 대한 합격 기준을 배제한다고 해서 실제 제작에 대한 합격 기준을 배제해도 되는 것으로 해석해서는 안 된다.

1.1.2 This specification includes representative requirements for Structural Steel, Pipeline, and Pressure Piping applications. They are intended to be applied to inspector examination weld replicas and not to actual industrial facilities, equipment, or structures.

1.1.2 본 시방서에는 구조용 강재, 파이프라인, 압력 배관에 응용하기 위한 대표적 요건이 포함되어 있다. 이런 요건은 검사관 시험 용접 복제품에 적용하기 위한 것이지만, 실제 산업 설비, 장비 또는 구조물에 적용하려는 목적은 아니다.

1.1.3 Unless otherwise noted, requirements contained in this *Book of Specifications*, in Clauses 1.0, 5.0, and 6.0, are to be considered general requirements applicable to all three applications.

1.1.3 달리 언급하지 않는 한, 본 시방서의 1.0, 5.0, 6.0항에 나와 있는 요건은 위 세 가지 응용 분야에 모두 적용할 수 있는 일반적인 요건으로 간주한다.

1.1.4 Normative Annexes in this specification are provided for requirements and Informative Annexes are provided for information. Both are considered as part of this specification. No inference should be drawn from the assignment of Normative versus Informative as to the use of the Annex on the examination.

1.1.4 이 시방서의 표준 부속 문서는 요구 사항을 설명하기 위한 용도로, 정보 부속 문서는 정보 전달을 위한 용도로 제공되는 것이다. 두 문서 모두 본 시방서에 속하는 것으로 간주된다. 시험에서 부속 문서의 사용에 관해 표준 부속 문서와 정보 부속 문서 지정으로부터 어떤 점도 추정해서는 안 된다.

1.1.5 Calculations, formulae, definitions, and material properties used on the CWI examination will be based on data published in the Annexes to this specification. As this *Book of Specifications* applies to three applications, terms and definitions are not limited to AWS A3.0, *Standard Welding Terms and Definitions*.

1.1.5 CWI 시험에 사용되는 계산, 공식, 정의, 재료 특성은 본 시방서의 부속에 나와 있는 데이터를 기준으로 한다. 이 시방서는 세 가지 응용 분야에 적용되므로 용어와 정의가 AWS A3.0, *표준 용접 용어 및 정의*에 제한되지 않는다.

1.1.6 Use of the terms “shall,” “should,” and “may” in this specification have the following significance:

1.1.6.1 Shall. Specification provisions that use “shall” are mandatory.

1.1.6.2 Should. Specification provisions that use “should” are non-mandatory practices that are considered beneficial.

1.1.6.3 May. Specification provisions that use “may” mandate the choice of optional procedures or practices that can be used as an alternative or supplement to specification requirements.

1.1.6 시방서에서 “~해야 한다”, “~한다”, “~할 수 있다”라는 표현은 다음과 같은 의미로 쓴다.

1.1.6.1 ~해야 한다. “~해야 한다”라는 표현을 쓰는 시방서 조항은 필수 사항이다.

1.1.6.2 ~한다. “~한다”라는 표현을 쓰는 시방서 조항은 필수 사항은 아니지만 그렇게 하는 것이 유익할 것으로 생각되는 경우에 해당한다.

1.1.6.3 ~할 수 있다. “~할 수 있다”라는 표현을 쓰는 시방서 조항은 시방서 요건에 대한 대안 또는 보완책으로 사용할 수 있는 선택적 절차나 방법을 선택하라는 의미이다.

1.2 Visual Inspection / 육안 검사

1.2.1 Visual inspection for cracks in welds and base metal and other discontinuities may be aided by a flashlight, magnifier, and mirror as may be found helpful or necessary.

1.2.1 용접부와 모재의 균열과 기타 불연속 부위에 대한 육안 검사 시 손전등, 확대경, 거울 등을 보조 도구로 활용할 수 있으며, 검사에 도움되거나 필요할 수 있다.

1.2.2 Weld sizes, length, and locations of welds shall conform to the requirements of this specification.

1.2.2 용접 크기, 길이 및 위치는 본 시방서의 요건을 따라야 한다.

1.2.3 Joint preparations, assembly, and welding techniques shall be verified.

1.2.3 접합 준비, 조립, 용접 기술을 검증해야 한다.

1.2.4 Suitable measuring tools and gages shall be used where necessary.

1.2.4 필요 시 적합한 측정 도구와 게이지를 사용해야 한다.

1.3 Dimensional Tolerances / 치수 허용 오차

Unless otherwise specified, the following standard dimensional tolerances shall apply when using this specification. They do not apply to the dimensions in test specimens, Annex IV, or to discontinuity acceptance limits.

달리 지정하지 않는 한, 이 시방서를 사용할 때 다음의 표준 치수 허용 오차를 적용해야 한다. 시편, 부속 IV 또는 불연속 부위 합격 제한의 치수에는 이런 허용 오차가 적용되지 않는다.

1.3.1 Decimal tolerances are determined by the number of decimal places (precision) used in the dimension as follows:

X.X	±0.3	(e.g., 1.0 mm could be 0.7 to 1.3 mm)
X.XX	±0.13	(e.g., 1.00 mm could be 0.87 to 1.13 mm)

1.3.1 소수점 허용 오차는 다음과 같이 치수에 사용되는 소수점 자릿수(정밀도)에 따라 결정된다.

X.X	±0.3	(예: 1.0mm의 치수에 대해 0.7~1.3mm 허용 가능)
X.XX	±0.13	(예: 1.00mm의 치수에 대해 0.87~1.13mm 허용 가능)

1.3.2 Whole number tolerances are determined by the overall dimensional length used in the dimension as follows:

Whole numbers > 150 mm	±3 mm
Whole numbers from 25 to 150 mm inclusive	±1.5 mm
Whole numbers from 1 to < 25 mm	±0.8 mm

1.3.2 정수 허용 오차는 다음과 같이 치수에 사용되는 전체 치수 길이에 의해 결정된다.

150mm보다 큰 정수	±3mm
25~150mm 범위의 정수	±1.5mm
1mm부터 25mm보다 작은 정수	±0.8mm

2.0 Workmanship Requirements and Visual Acceptance Criteria – Structural Steel / 작업 기술 요건과 육안 검사 합격 기준 – 구조용 강재

2.1 Base Metal Preparation / 모재 준비

2.1.1 Mill-Induced Discontinuities. The length of these discontinuities is the visible long dimension on the cut surface of material and the depth is the distance that the discontinuity extends into the material from the cut surface. The limits of acceptability and the repair of visually observed cut surface discontinuities shall be as follows:

- (a) Any discontinuity 25 mm in length or less need not be repaired and the depth need not be explored.
- (b) Any discontinuity over 25 mm in length with maximum depth of 3 mm need not be repaired, but the depth should be explored.
- (c) Any discontinuity over 25 mm in length with depth over 3 mm but not greater than 6 mm shall be completely removed and repair welded.
- (d) Any discontinuity over 25 mm in length with depth over 6 mm shall be referred to the Engineer for disposition.

2.1.1 밀링 유도 불연속 부위. 이런 불연속 부위의 길이는 재료의 절단면에서 보이는 긴 치수이고 깊이는 불연속 부위가 절단면에서 재료 안으로 파고 드는 거리이다. 육안으로 관찰되는 절단면 불연속 부위의 허용 한계와 수리는 다음과 같아야 한다.

- (a) 길이가 25mm 이하인 불연속 부위는 수리할 필요가 없고 깊이를 측정할 필요가 없다.
- (b) 길이가 25mm를 넘지만 깊이가 3mm 이하인 불연속 부위는 수리할 필요는 없지만 깊이를 정확히 측정한다.
- (c) 길이가 25mm를 넘고 깊이가 3mm 초과, 6mm 이하인 불연속 부위는 완전히 제거하고 용접으로 수리해야 한다.
- (d) 길이가 25mm를 넘고 깊이가 6mm를 넘는 불연속 부위는 엔지니어에게 처분 의뢰해야 한다.

2.2 Workmanship Requirements / 작업 기술 요건

2.2.1 Roughness Requirements. Weld edge prep and other edge surfaces shall be evaluated with the surface roughness guide AWS C4.1-77. Acceptance criteria shall be as follows:

2.2.1.1 Weld edge prep surfaces for manual and semiautomatic welding processes shall not be rougher than Sample 3 and shall have no gouges deeper than 1.5 mm.

2.2.1.2 Weld edge prep surfaces for mechanized and automatic welding processes (except SAW) shall not be rougher than Sample 4 and shall have no gouges.

2.2.1.3 Weld edge prep surfaces for SAW shall not be rougher than Sample 3 and shall have no gouges.

2.2.1.4 Edges of members not subject to calculated stresses shall not be rougher than Sample 2 and shall have no gouges deeper than 3 mm.

2.2.1.5 All other edges shall not be rougher than Sample 3 and shall have no gouges deeper than 1.5 mm.

2.2.1 **거칠기 요건.** 용접 가장자리 준비 표면과 기타 가장자리 표면은 표면 거칠기 가이드 AWS C4.1-77로 평가해야 한다. 합격 기준은 다음과 같다.

2.2.1.1 수동 및 반자동 용접 공정을 위한 용접 가장자리 준비 표면은 샘플 3보다 거칠면 안 되고 1.5mm보다 깊은 가우징이 없어야 한다.

2.2.1.2 기계화 및 자동 용접 공정(SAW 제외)을 위한 용접 가장자리 준비 표면은 샘플 4보다 거칠면 안 되고 가우징이 없어야 한다.

2.2.1.3 SAW를 위한 용접 가장자리 준비 표면은 샘플 3보다 거칠면 안 되고 가우징이 없어야 한다.

2.2.1.4 계산된 응력을 받지 않는 부재의 가장자리는 샘플 2보다 거칠면 안 되고 3mm보다 깊은 가우징이 없어야 한다.

2.2.1.5 다른 모든 가장자리는 샘플 3보다 거칠면 안 되고 1.5mm보다 깊은 가우징이 없어야 한다.

2.2.2 Arc Strikes. Base metal shall be free of arc strikes.

2.2.2 아크 스트라이크. 모재에는 아크 스트라이크가 없어야 한다.

2.2.3 Cleaning of Completed Welds. Slag shall be removed from all completed welds. Spatter is acceptable unless NDT other than visual inspection is to be performed or otherwise specified.

2.2.3 완료된 용접부 청소. 모든 완료된 용접부에서 슬래그를 제거해야 한다. 스파터는 육안 검사 이외의 NDT를 수행하지 않을 예정이거나 달리 지정되지 않은 경우 허용 가능하다.

2.2.4 Fillet Weld Terminations and Starts. Fillet welds shall not be terminated on corners of lap joints. Terminations and starts shall be as follows:

2.2.4.1 Statically Loaded Connections. Terminations and starts shall be made by either holding the weld back from the corner for a distance not less than the specified fillet weld size or by wrapping the weld around the corner not less than two times nor more than four times the specified fillet weld size.

2.2.4.2 Cyclically Loaded Connections. Terminations and starts shall be made by wrapping the weld around the corner for a distance not less than two times nor more than four times the specified fillet weld size.

2.2.4 필릿 용접 종료 부위와 시작 부위. 겹침 접합부의 코너에서 필릿 용접을 종료하면 안 된다. 종료 부위와 시작 부위는 다음과 같아야 한다.

2.2.4.1 정적 하중을 받는 연결부. 지정된 필릿 용접 크기 이상의 거리에 대해 코너에서 용접 백킹을 고정하거나 지정된 필릿 용접 크기의 2배 이상, 4배 이하로 코너 주위의 용접부를 둘러싸는 방법으로 종료 부위와 시작 부위를 처리해야 한다.

2.2.4.2 주기적 하중을 받는 연결부. 지정된 필릿 용접 크기의 2배 이상, 4배 이하의 거리에 대해 코너 주위의 용접부를 둘러싸는 방법으로 종료 부위와 시작 부위를 처리해야 한다.

2.2.5 Repairs. The removal of weld metal or portions of the base metal may be done by machining, grinding, chipping, or gouging. It shall be done in such a manner that the adjacent weld metal or base metal is not nicked or gouged. Unacceptable portions of the weld shall be removed without substantial removal of the base metal. The surfaces shall be cleaned thoroughly before welding. Weld metal shall be deposited to compensate for any deficiency in size in the weld metal.

2.2.5 수리. 기계 가공, 연마, 치핑 또는 가우징으로 용접 금속 또는 모재의 일부를 제거할 수 있다. 이 작업은 근처의 용접 금속이나 모재가 니킹 또는 가우징되지 않는 방식으로 수행해야 한다. 불합격 수준의 용접 부분은 모재를 현저히 제거하지 않고서 제거해야 한다. 표면을 철저히 청소한 후 용접해야 한다. 용접 금속을 용착하여 용접 금속 크기의 결손을 보상해야 한다.

2.3 Visual Inspection Acceptance Criteria. All welds shall be visually inspected and meet the acceptance criteria of Table 1.

2.3 육안 검사 합격 기준. 모든 용접부는 육안 검사해야 하고 표 1의 합격 기준에 부합해야 한다.

2.3.1 Weld Profiles. Weld profiles shall be in accordance with Table 1, Table 2, and Table 3, Figure A, Figure B, except as otherwise allowed in 2.3.1.1, 2.3.1.2 and 2.3.1.3.

2.3.1.1 Fillet Welds. Unless otherwise specified, the faces of fillet welds may be slightly convex, flat, or slightly concave as shown in Figure B.

2.3.1.2 Exception for Intermittent Fillet Welds. Except for undercut, as allowed by this specification, the profile requirements of Figure B shall not apply to the ends of intermittent fillet welds outside their effective length.

2.3.1.3 Groove Welds. Groove weld reinforcement shall comply with Table 2 and Table 3. Welds shall have a gradual transition to the plane of the base-metal surfaces.

2.3.1.4 Overlap. All welds shall be free of overlap.

2.3.1 용접부 외형. 2.3.1.1, 2.3.1.2, 2.3.1.3에서 달리 허용하는 경우를 제외하고, 용접부 외형은 표 1, 표 2, 표 3, 그림 A, 그림 B에 따라야 한다.

2.3.1.1 필릿 용접. 달리 지정하지 않는 경우, 필릿 용접면은 그림 B에서 보는 것처럼 약간 볼록하거나 평평하거나 약간 오목할 수 있다.

2.3.1.2 단속 필릿 용접에 대한 예외. 본 시방서에서 허용되는 언더컷을 제외하면, 유효 길이를 벗어난 부분에서는 단속 필릿 용접의 단부에 그림 B의 외형 요건을 적용하면 안 된다.

2.3.1.3 그루브 용접. 그루브 용접 보강물은 표 2와 표 3을 준수해야 한다. 용접은 모재 표면으로 점진적으로 이루어져야 한다.

2.3.1.4 겹침. 모든 용접부에는 겹침이 없어야 한다.

2.4 Fillet Weld Dimensional Tolerances / 필릿 용접 치수 허용 오차

2.4.1 Weld length and spacing. Unless otherwise specified, the weld length indicated is the minimum weld length and there is no maximum. The length of a fillet weld is the overall length of the full size fillet, including end returns (boxing) as measured along the center line of the effective throat and excluding the undersize portions of starts and stops. The tolerances of subclause 1.3.2 shall be applied to determine if the minimum length is acceptable, e.g., a 74.2 mm weld length satisfies the requirement for a 75 mm weld.

Unless otherwise specified, the weld spacing (pitch) is the maximum spacing between the centers of adjacent welds and there is no minimum. The tolerances of subclause 1.3.2 shall be applied to determine if the actual measured maximum spacing is acceptable, e.g., a 75.8 mm spacing satisfies the requirement for a 75 mm spacing.

2.4.1 용접 길이 및 간격. 달리 지정하지 않는 한, 표시된 용접 길이는 최소 용접 길이이며 최대 길이는 없다. 필릿 용접의 길이는 풀사이즈 필릿의 전체 길이로서, 유효 목 두께의 중심선을 따라 측정된 단부 돌림(돌림용접)은 포함하고 시작 부위와 정지 부위의 언더사이즈 부분은 제외한 치수이다. 1.3.2항의 허용 오차에 따라 최소 길이가 합격 수준인지 결정한다. 예를 들어, 용접 길이가 74.2mm이면 75mm 용접 요건을 충족한다.

달리 지정하지 않는 한, 용접 간격(피치)은 인접한 용접부의 중심 간 최대 간격이며 최소 간격은 따로 없다. 1.3.2항의 허용 오차에 따라 실제로 측정된 최대 간격이 합격 수준인지 결정한다. 예를 들어, 간격이 75.8mm이면 75mm 간격 요건을 충족한다.

2.4.2 Fillet Weld Size. Unless otherwise specified in the visual inspection acceptance criteria, the fillet weld size is the minimum weld size and there is no maximum. The tolerances of subclause 1.3.2 do not apply.

2.4.2 필릿 용접 크기. 육안 검사 합격 기준에서 달리 지정하지 않는 한, 필릿 용접 크기는 최소 용접 크기이며 최대 크기는 따로 없다. 1.3.2항의 허용 오차는 적용되지 않는다.

Table 1
Visual Inspection Acceptance Criteria – Structural Steel

Discontinuity Category and Inspection Criteria	Statically Loaded Nontubular Connections	Cyclically Loaded Nontubular Connections	Tubular Connections (All Loads)										
1) Crack Prohibition Any crack shall be unacceptable, regardless of size or location.	X	X	X										
(2) Weld/Base-Metal Fusion Thorough fusion shall exist between adjacent layers of weld metal and between weld metal and base metal.	X	X	X										
(3) Crater Cross Section All craters shall be filled to provide the specified weld size, except for the ends of intermittent fillet welds outside of their effective length.	X	X	X										
(4) Weld Profiles Weld profiles shall be in conformance with 2.3.1.	X	X	X										
(5) Time of Inspection Visual inspection of welds in all steels may begin immediately after the completed welds have cooled to ambient temperature. Acceptance criteria for ASTM A 514, A 517, and A 709 Grade 100 and 100 W steels shall be based on visual inspection performed not less than 48 hours after completion of the weld.	X	X	X										
(6) Undersized Welds The size of a fillet weld in any continuous weld may be less than the specified nominal size (L) without correction by the following amounts (U): <table style="margin-left: 40px; border: none;"> <tr> <td style="text-align: center;">L,</td> <td style="text-align: center;">U,</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">specified nominal weld size, mm</td> <td style="text-align: center;">allowable decrease from L, mm</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">≤ 5</td> <td style="text-align: center;">≤ 2</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">6</td> <td style="text-align: center;">≤ 2.5</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">≥ 8</td> <td style="text-align: center;">≤ 3</td> </tr> </table>	L,	U,	specified nominal weld size, mm	allowable decrease from L, mm	≤ 5	≤ 2	6	≤ 2.5	≥ 8	≤ 3	X	X	X
L,	U,												
specified nominal weld size, mm	allowable decrease from L, mm												
≤ 5	≤ 2												
6	≤ 2.5												
≥ 8	≤ 3												
(7) Undercut (A) For material less than 25 mm thick, undercut shall not exceed 0.8 mm. For material equal to or greater than 25 mm thick, undercut shall not exceed 2 mm for any length of weld.	X												
(B) In primary members, undercut shall be no more than 0.25 mm deep when the weld is transverse to tensile stress under any design loading condition. Undercut shall be no more than 0.8 mm deep for all other cases.		X	X										
(8) Porosity (A) CJP groove welds in butt joints transverse to the direction of computed tensile stress shall have no visible porosity. For all other groove welds and for fillet welds, the sum of the visible porosity 0.8 mm or greater in diameter shall not exceed 10 mm in any linear 25 mm of weld.	X												
(B) The frequency of porosity in fillet welds shall not exceed one in each 100 mm of weld length and the maximum diameter shall not exceed 2.5 mm. Exception: for fillet welds connecting stiffeners to web, the sum of the diameters of porosity shall not exceed 10 mm in any linear 25 mm of weld.		X	X										
(C) CJP groove welds in butt joints transverse to the direction of computed tensile stress shall have no porosity. For all other groove welds, the frequency of porosity shall not exceed one in 100 mm of length and the maximum diameter shall not exceed 2.5 mm.		X	X										

Note: An “X” indicates applicability for the connection type; a shaded area indicates non-applicability.

표 1
육안 검사 합격 기준 – 구조용 강재

불연속 범주와 검사 기준	정적 하중을 받는 비튜브 연결부	주기적 하중을 받는 비튜브 연결부	튜브 연결부 (모든 하중)
1) 균열 금지 크기나 위치에 상관없이 어떤 균열도 허용하면 안 된다.	X	X	X
(2) 용접/모재 용융 용접 금속의 인접층 사이에 그리고 용접 금속과 모재 사이에 완전 용융이 있어야 한다.	X	X	X
(3) 크레이터 단면 유효 길이를 벗어난 단속 필릿 용접의 단부를 제외하고, 지정된 용접 크기가 되도록 모든 크레이터를 채워야 한다.	X	X	X
(4) 용접부 외형 용접부 외형은 2.3.1에 따라야 한다.	X	X	X
(5) 검사 시간 모든 강철의 용접부 육안 검사는 완료된 용접부가 주위 온도로 냉각된 직후 시작할 수 있다. ASTM A 514, A 517, A 709 등급 100 및 100 W 강철에 대한 합격 기준은 용접 완료 후 48시간 이상 지나서 수행하는 육안 검사 결과를 기준으로 해야 한다.	X	X	X
(6) 크기가 작은 용접 다음 양만큼 교정하지 않을 경우 연속 용접부에서 필릿 용접의 크기가 지정된 공칭 크기(L)보다 작을 수 있다. $\begin{matrix} L, & U, \\ \text{지정된 공칭 용접 크기(mm)} & \text{L에서 허용 가능한 감소 길이(mm)} \\ \leq 5 & \leq 2 \\ 6 & \leq 2.5 \\ \geq 8 & \leq 3 \end{matrix}$	X	X	X
(7) 언더컷 (A) 두께가 25mm 미만인 재료의 경우 언더컷이 0.8mm를 초과하면 안 된다. 두께가 25mm 이상인 재료의 경우 어떤 용접 길이에 대해서도 언더컷이 2mm를 초과하면 안 된다. (B) 기본 부재에서는 임의의 설계 하중 조건에서 인장 응력에 대해 가로 방향으로 용접할 때 언더컷의 깊이가 0.25mm를 초과하면 안 된다. 다른 모든 경우에 언더컷의 깊이는 0.8mm를 초과하면 안 된다.	X		
(8) 기공 (A) 계산된 인장 응력의 방향에 대해 가로 방향으로 맞대기 접합부의 CJP 그루브 용접부에는 기공이 보이면 안 된다. 다른 모든 그루브 용접과 필릿 용접의 경우 직경 0.8mm 이상으로 눈에 보이는 기공의 합이 직선 형태의 25mm 용접부에서 10mm를 초과하면 안 된다. (B) 필릿 용접부의 기공 발생 빈도가 각각 100mm의 용접 길이에서 1개를 초과하면 안 되고 최대 직경이 2.5mm를 초과하면 안 된다. 예외: 웨브에 스틱프너를 연결하는 필릿 용접의 경우 기공 직경의 합이 직선 형태의 25mm 용접부에서 10mm를 초과하면 안 된다. (C) 계산된 인장 응력의 방향에 대해 가로 방향으로 맞대기 접합부의 CJP 그루브 용접부에는 기공이 없어야 한다. 다른 모든 그루브 용접의 경우 기공 발생 빈도가 100mm의 길이에서 1개를 초과하면 안 되고 최대 직경이 2.5mm를 초과하면 안 된다.	X		
		X	X
		X	X

참고: "X"는 해당 연결 유형에 적용 가능함을 나타내고, 음영 영역은 적용할 수 없음을 나타낸다.

Table 2
Weld Profiles (see 2.3.1)

Weld Type	Joint Type			
	Butt	T-Joint	Lap	Corner-Inside
Groove (CJP or PJP)	Figure A	N/A	N/A	N/A
	Schedule A	N/A	N/A	N/A
Fillet	N/A	Figure B	Figure B	Figure B
	N/A	Schedule B	Schedule B	Schedule B

표 2
용접부 외형(2.3.1 참조)

용접 유형	접합 유형			
	맞대기	T 접합	겹침	코너-내부
그루브 (CJP 또는 PJP)	그림 A	N/A	N/A	N/A
	일람표 A	N/A	N/A	N/A
필릿	N/A	그림 B	그림 B	그림 B
	N/A	일람표 B	일람표 B	일람표 B

Table 3
Weld Profile Schedules (see 2.3.1)

Schedule A	(t = thickness of thicker plate joined for CJP; t = throat size for PJP)		
	t	R min.	R max.
	≤ 25 mm	0	2 mm
	> 25 mm	0	3 mm
	≤ 50 mm		
> 50 mm	0	5 mm	
Schedule B	(W = width of weld face or individual surface bead; C = allowable convexity)		
	W	C min.	C max.
	≤ 8 mm	0	2 mm
	> 8 mm	0	3 mm
	< 25 mm		
≥ 25 mm	0	5 mm	

표 3
용접부 외형 일람표(2.3.1 참조)

일람표 A	(t = CJP용으로 접합된 더 두꺼운 판재의 두께, R = PJP용 목 크기)		
	t	R min.	R max.
	≤ 25 mm	0	2 mm
	> 25 mm	0	3 mm
	≤ 50 mm		
> 50 mm	0	5 mm	
일람표 B	(W = 용접면 또는 개별 표면 비드의 너비, C = 허용 볼록도)		
	W	C min.	C max.
	≤ 8 mm	0	2 mm
	> 8 mm	0	3 mm
	< 25 mm		
≥ 25 mm	0	5 mm	

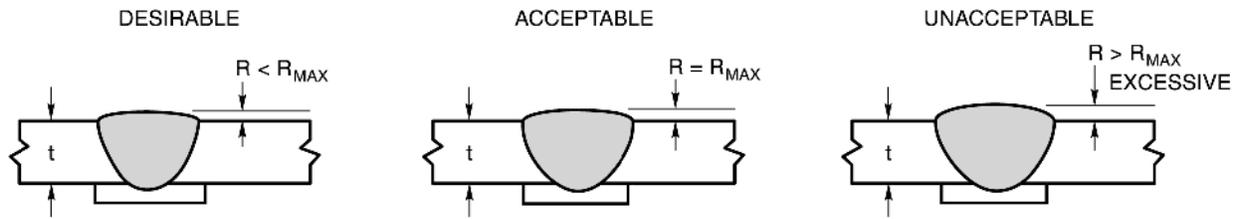


FIGURE A – WELD PROFILES FOR BUTT JOINT REQUIREMENTS (see Tables 2 and 3)

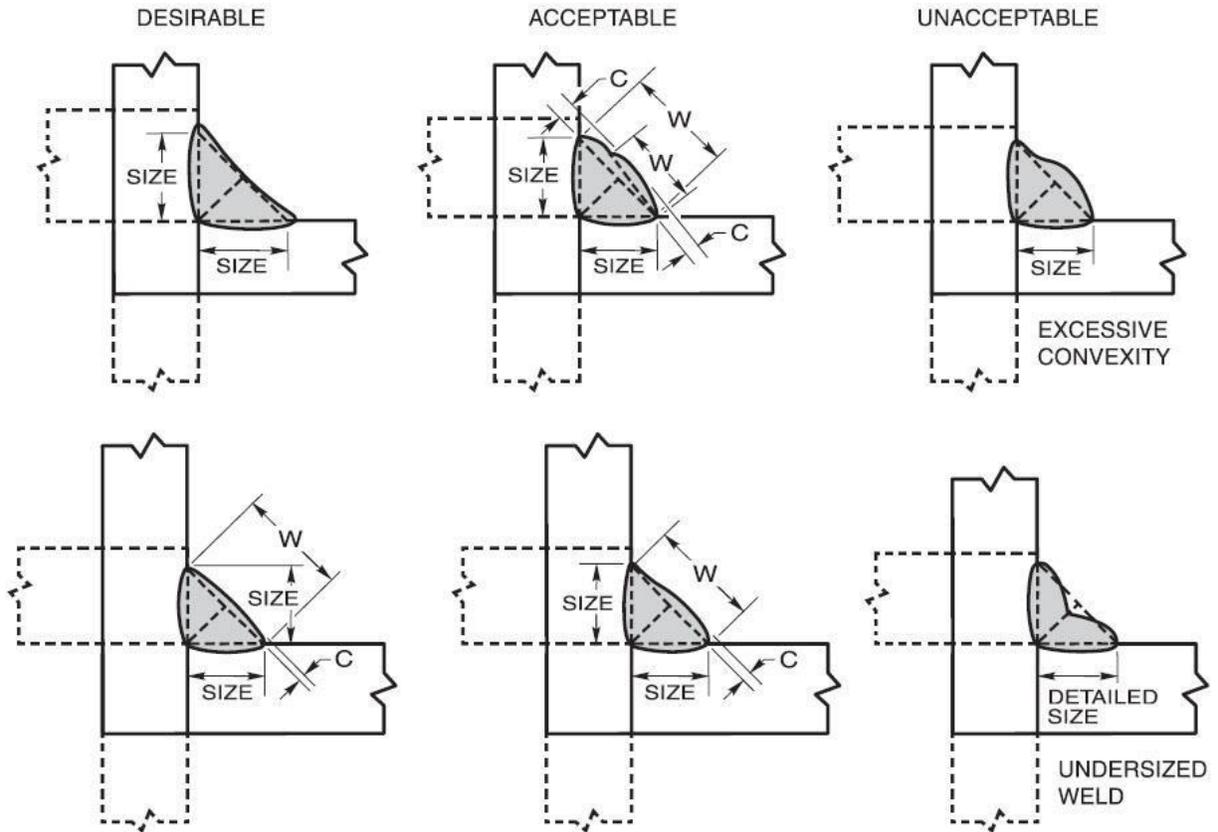


FIGURE B – FILLET WELD PROFILE REQUIREMENTS FOR INSIDE CORNER JOINTS, LAP JOINTS, AND T-JOINTS (see Tables 2 and 3)

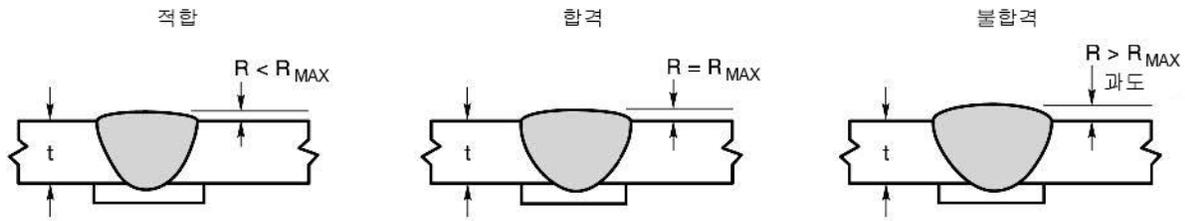


그림 A - 맞대기 접합용 용접부 외형 요건(표 2 및 3 참조)

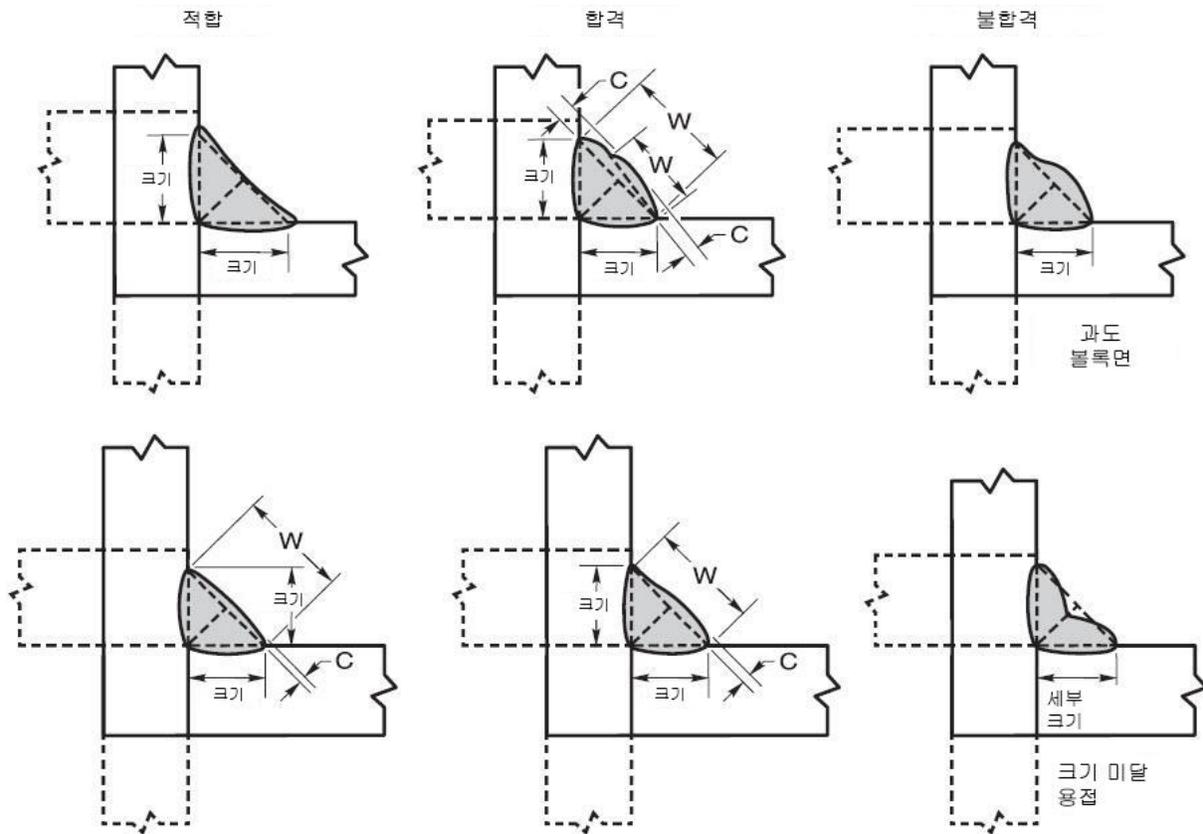


그림 B - 내부 코너 접합, 겹침 접합, T 접합을 위한 필릿 용접부 외형 요건
 (표 2 및 3 참조)

This page is intentionally blank. / 이 페이지는 일부러 비워둔 페이지입니다.

3.0 Workmanship Requirements and Visual Inspection Acceptance Criteria – Pipeline / 작업 기술 요건과 육안 검사 합격 기준 – 파이프라인

3.1 Workmanship Requirements / 작업 기술 요건

3.1.1 Edge preparation details and fit-up dimensions shall be as specified in the WPS.

3.1.1 가장자리 준비 세부 사항과 정렬 치수는 WPS에 규정된 바에 따라야 한다.

3.1.2 The beveled ends shall be smooth and uniform.

3.1.2 베벨 단부는 매끈하고 균일해야 한다.

3.1.3 The alignment of abutting ends shall minimize the offset between surfaces. For pipe ends of the same nominal thickness, the offset shall not exceed 3 mm.

3.1.3 인접하는 단부의 정렬로 표면 사이의 오프셋을 최소화해야 한다. 공칭 두께가 같은 파이프 단부의 경우 오프셋이 3mm를 초과하면 안 된다.

3.1.4 The number of filler and finish beads shall allow the completed weld a substantially uniform cross section around the circumference of the pipe. At no point shall the crown surface fall below the outside surface of the pipe, nor shall it be raised above the parent metal by more than 2 mm.

3.1.4 용가재와 마감 비드의 수는 완료된 용접부가 파이프 원주 주위로 실질적으로 균일한 단면이 되는 수준이어야 한다. 어떤 지점에서든 꼭대기 표면이 파이프 외면 아래로 내려와서도, 모재 위로 2mm 넘게 올라와서도 안 된다.

3.1.5 Adjacent beads shall neither be started nor terminated at the same location.

3.1.5 같은 위치에서 인접한 비드를 시작해서도 안 되고 종료해서도 안 된다.

3.1.6 The face of the completed weld shall be no more than 3 mm wider than the width of the original groove.

3.1.6 완료된 용접부의 면이 원래 그루브의 너비보다 3mm 넘게 넓으면 안 된다.

3.1.7 The completed weld (including parent metal) shall be thoroughly brushed and cleaned. All spatter shall be removed.

3.1.7 완료된 용접부(모재 포함)를 브러시로 철저히 털어내고 청소해야 한다. 모든 스파터를 제거해야 한다.

3.1.8 Arc burns on the parent metal surface are unacceptable.

3.1.8 모재 표면에서 아크 연소 발생 시 불합격이다.

3.1.9 Repair and Removal of Defects

3.1.9.1 Authorization. Company authorization is required for crack repairs, back weld repairs and double repairs. Company authorization is not required for any repairs that do not involve the application of heat or weld metal, such as grinding, filing, etc. Rework is not a repair and does not require Company authorization.

3.1.9.2 Crack Repairs. Cracked welds shall be cut out unless the repair is authorized by the Company. When a crack repair is authorized:

- (1) a cracked weld may be repaired by complete or partial removal of the weld provided the length of a single crack or aggregate length of more than one crack in a single repair area is less than 8% of the weld length using a qualified repair procedure;
- (2) a weld that contains multiple repair areas with cracks shall not be repaired unless the total accumulated repair length is less than 8% of the weld length and a qualified repair procedure is used;
- (3) a double repair of a crack is not permitted. Additional cracking in any weld after repair shall require a cut out;
- (4) shallow crater cracks or star cracks found and contained completely in internal or external weld reinforcement may be repaired by grinding (i.e., abrasive methods) without a qualified repair procedure. If the grinding exceeds the internal or external reinforcement, the reinforcement shall be replaced using a qualified weld procedure.

3.1.9.3 Repairs of Defects Other Than Cracks. Defects other than cracks in the root, filler, and finish beads may be repaired with prior Company authorization. A qualified repair procedure shall be required whenever a repair is made by welding when:

- (1) using a welding process, combination of welding processes, or method of application or filler metals different from that used to make the original weld; or
- (2) repairs are made in a previously welded repair area; or
- (3) required by the Company.

3.1.9.4 Grinding Repairs. Grinding repairs may be used to remove defects in the reinforcement of root beads and cover passes provided:

- (1) there is a smooth transition free of undercutting and other imperfections between the ground area and the original weld, and
- (2) pipe surface contour and the minimum wall and weld thickness requirements are not violated.

If the minimum wall/weld thickness is not known, the grinding depth is limited to the excess root bead penetration or external reinforcement. The grinding repair length and number of grinding repair areas is not limited. Grinding repairs do not require the use of a qualified repair procedure.

3.1.9.5 Back Weld Repairs. When back weld repairs are permitted by the Company, a repair procedure shall be qualified.

3.1.9.6 Welded Double Repairs. A double repair requires prior Company authorization. Subsequent repair of a double repair weld is not permitted.

3.1.9.7 Weld Repair and Inspection Procedure. Defects may be removed by grinding, chipping, or gouging or a combination of these methods followed by a weld repair. Prior to welding, the repair groove shall be examined visually and by either PT or MT to verify complete removal of the defect. Preheat and interpass heat treatment shall be the same as required for the original weld. The completed repair shall be visually examined and the entire weld shall be radiographed.

3.1.9 결함의 수리와 제거

3.1.9.1 허가. 균열 수리, 뒷면 용접 수리, 중복 수리는 회사의 허가를 받아야 한다. 연마, 줄다듬질 등, 열이나 용접 금속을 사용하지 않는 수리 작업은 회사의 허가를 받을 필요가 없다. 재작업은 수리가 아니므로 회사 허가가 불필요하다.

3.1.9.2 균열 수리. 회사에서 수리를 허가하지 않을 경우 균열이 발생한 용접부는 잘라내야 한다. 균열 수리 허가를 받은 경우에는 다음 설명에 따른다.

- (1) 단일 균열의 길이 또는 한 곳의 수리 영역에서 둘 이상의 균열의 전체 길이가 용접 길이의 8% 미만인 경우에는 승인을 받은 수리 절차를 사용해 균열 발생 용접부 전체나 일부를 제거하여 수리할 수 있다.
- (2) 총 누적 수리 길이가 용접 길이의 8% 미만이고 승인을 받은 수리 절차를 사용하는 경우가 아니라면, 균열이 있는 여러 수리 영역을 포함하는 용접부를 수리해서는 안 된다.
- (3) 균열의 중복 수리는 허용되지 않는다. 수리 후 용접부에 추가로 균열이 발생할 경우 해당 부위를 잘라내야 한다.
- (4) 내부 또는 외부 용접 보강물에서 발견되고 이런 보강물에 완전히 포함되어 있는 얇은 크래터 균열이나 별 모양 균열은 승인을 받은 수리 절차 없이 연마(즉, 마모 방법) 수리할 수 있다. 내부 또는 외부 보강물을 초과해 연마할 경우 승인을 받은 용접 절차에 따라 보강물을 대체해야 한다.

3.1.9.3 균열 이외의 결함 수리. 루트, 용가재 및 마감 비드에서 균열 이외의 결함은 사전 회사 허가를 받아 수리할 수 있다. 다음과 같은 경우에 용접을 통해 수리할 때마다 승인을 받은 수리 절차가 필요하다.

- (1) 원래 용접 작업에 사용한 것과는 다른 용접 공정, 여러 용접 공정의 조합, 사용 방법 또는 용가재를 사용하는 경우
- (2) 이전에 용접한 수리 영역에서 수리 작업을 하는 경우
- (3) 또는 회사에서 요구하는 경우

3.1.9.4 연마 수리. 다음과 같은 경우에는 루트 비드와 마지막 용접층의 보강 과정에서 연마 수리를 통해 결함을 제거할 수 있다.

- (1) 연마 영역과 원래 용접부 사이에 언더컷과 기타 결함 없이 원활하게 전이되는 경우
- (2) 파이프 표면 윤곽선과 최소 벽 및 용접 두께 요건을 위반하는 경우.

최소 벽/용접 두께를 알 수 없는 경우 연마 깊이는 과도한 루트 비드 용입 또는 외부 보강물로 제한된다. 연마 수리 길이와 연마 수리 영역의 개수에는 제한이 없다. 연마 수리 시 승인을 받은 수리 절차에 따라 필요가 없다.

3.1.9.5 뒷면 용접 수리. 회사에서 뒷면 용접 수리를 허가할 때는 수리 절차 승인을 받아야 한다.

3.1.9.6 중복 용접 수리. 중복 수리하려면 사전에 회사의 허가를 받아야 한다. 중복 수리 용접의 후속 수리는 허용되지 않는다.

3.1.9.7 용접 수리 및 검사 절차. 연마, 치핑, 가우징 또는 이런 방법을 조합해 결함을 제거한 후 용접 수리를 실시할 수 있다. 용접하기 전에 수리 그루브를 육안 검사하고 PT 또는 MT로 결함이 완전히 제거되었는지 확인해야 한다. 예열 및 층간 열처리는 원래 용접에 필요한 것과 같아야 한다. 완료된 수리 부위를 육안 검사하고 전체 용접부를 방사선 투과 검사해야 한다.

3.2 Visual Inspection Acceptance Criteria / 육안 검사 합격 기준

3.2.1 Inadequate Penetration Without High-low (IP). Inadequate penetration without high-low is defined as the incomplete filling of the weld root. This condition is shown schematically in Figure C. IP shall be considered a defect should any of the following conditions exist:

3.2.1.1 The length of an individual indication of IP exceeds 25 mm.

3.2.1.2 The aggregate length of indications of IP in any continuous 300 mm length of weld exceeds 25 mm.

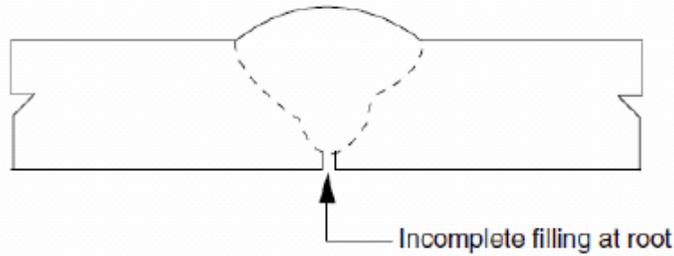
3.2.1.3 The aggregate length of indications of IP exceeds 8% of the weld length in any weld less than 300 mm in length.

3.2.1 고저 없는 부적합한 투과(IP). 고저 없는 부적합한 투과는 용접 루트의 불완전한 충전으로 정의된다. 이 조건은 그림 C의 도해에 표시되어 있다. 다음 조건 중 하나라도 충족되면 IP를 결함으로 간주해야 한다.

3.2.1.1 IP의 개별 표시 길이가 25mm를 초과한다.

3.2.1.2 연속 300mm 길이의 용접부에서 IP 표시의 길이 총합이 25mm를 초과한다.

3.2.1.3 길이가 300mm 미만인 용접부에서 IP 표시의 길이 총합이 용접 길이의 8%를 초과한다.



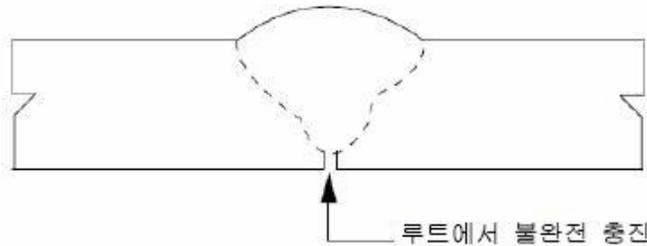
Note: One or both root faces may be inadequately filled at the inside surface.

FIGURE C – Inadequate Penetration Without High-Low (IP)

3.2.2 Inadequate Penetration Due to High-low (IPD). Inadequate penetration due to high-low is defined as the condition that exists when one edge of the root is exposed (or unbonded) because adjacent pipe or fitting joints are misaligned. This condition is shown schematically in Figure D. IPD shall be considered a defect should any of the following conditions exist:

3.2.2.1 The length of an individual indication of IPD exceeds 50 mm.

3.2.2.2 The aggregate length of indications of IPD in any continuous 300 mm length of weld exceeds 75 mm.



참고: 한 루트면 또는 두 루트면 모두 내부 표면에서 잘못 충전될 수 있다.

그림 c - 고저 없는 부적합한 투과(IP)

3.2.2 고저에 따른 부적합한 투과(IPD). 고저에 따른 부적합한 투과는 인접한 파이프나 피팅 접합부가 잘못 정렬되어 있어 루트의 한 가장자리가 노출되거나 분리되는 상태로 정의된다. 이 조건은 그림 D의 도해에 표시되어 있다. 다음 조건 중 하나라도 충족되면 IPD를 결함으로 간주해야 한다.

3.2.2.1 IPD의 개별 표시 길이가 50mm를 초과한다.

3.2.2.2 연속 300mm 길이의 용접부에서 IPD 표시의 길이 총합이 75mm를 초과한다.

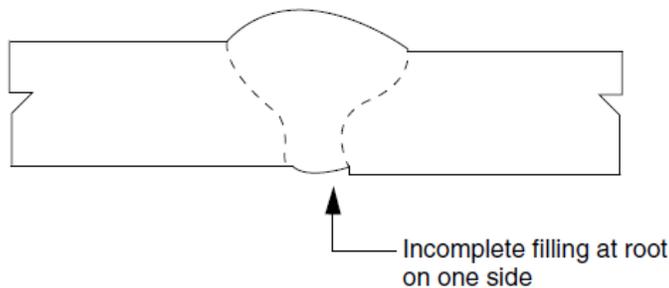


FIGURE D – Inadequate Penetration Due to High-Low (IPD)

3.2.3 Incomplete Fusion (IF). Incomplete fusion is defined as a surface imperfection between the weld metal and the base material that is open to the surface. This condition is shown schematically in Figure E. It shall be considered a defect should any of the following conditions exist:

3.2.3.1 The length of an individual indication of IF exceeds 25 mm.

3.2.3.2 The aggregate length of indications of IF in any continuous 300 mm length of weld exceeds 25 mm.

3.2.3.3 The aggregate length of indications of IF exceeds 8% of the weld length in any weld less than 300 mm in length.

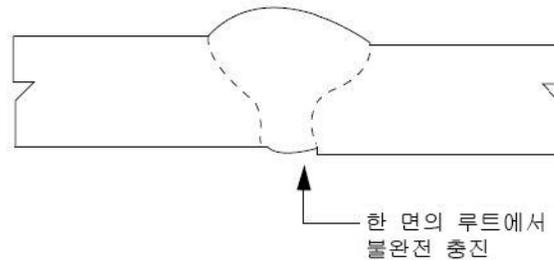


그림 D – 고저에 따른 부적합한 투과(IPD)

3.2.3 불완전 용융(IF). 불완전 용융은 용접 금속과 표면 쪽으로 열려 있는 모재 사이의 표면 결함으로 정의된다. 이 조건은 그림 E의 도해에 표시되어 있다. 다음 조건 중 하나라도 충족되면 결함이 있는 것으로 간주해야 한다.

3.2.3.1 IF의 개별 표시 길이가 25mm를 초과한다.

3.2.3.2 연속 300mm 길이의 용접부에서 IF 표시의 길이 총합이 25mm를 초과한다.

3.2.3.3 길이가 300mm 미만인 용접부에서 IF 표시의 길이 총합이 용접 길이의 8%를 초과한다.

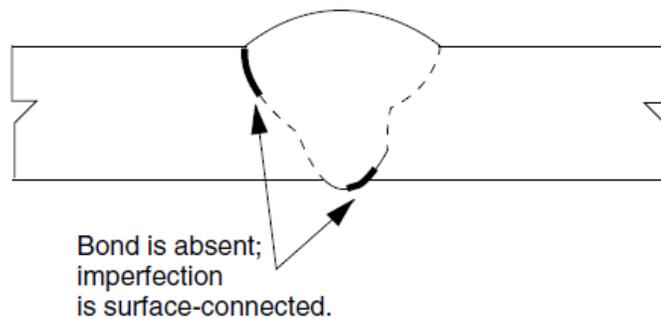


FIGURE E – Incomplete Fusion at Root of Bead or Top of Joint (IF)

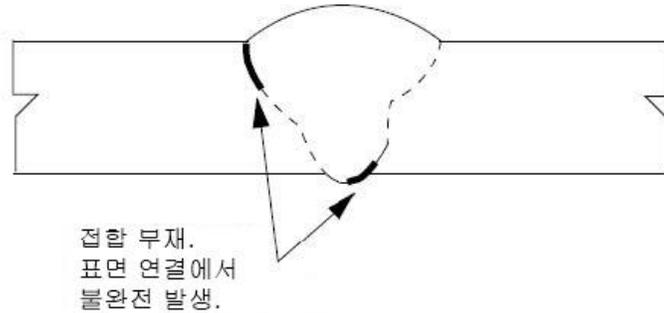


그림 E - 비드의 루트 또는 접합부 상단에서의 불완전 용융(IF)

3.2.4 Burn-through (BT). A burn-through is defined as a portion of the root bead where excessive penetration has caused the weld puddle to be blown into the pipe resulting in a hole or depression in the root bead of a single groove weld. BT shall be considered a defect should any of the following conditions exist:

3.2.4.1 The maximum dimension exceeds 6 mm.

3.2.4.2 The sum of the dimensions of separate BTs exceeds 13 mm in any continuous 300 mm length of weld or the total weld length, whichever is less.

3.2.4 용락(BT). 용락은 과도한 용입으로 인해 용융지가 파이프 내부로 블로잉되어 단일 그루브 용접부의 루트 비드에 구멍이나 함몰부가 생긴 부분으로 정의된다. 다음 조건 중 하나라도 충족되면 BT를 결함으로 간주해야 한다.

3.2.4.1 최대 치수가 6mm를 초과한다.

3.2.4.2 용접부에서 임의의 연속 300mm 길이 또는 총 용접 길이 중 더 짧은 길이에서 개별 BT의 치수 총합이 13mm를 초과한다.

3.2.5 Porosity (P). Porosity is defined as gas trapped by solidifying weld metal before the gas has a chance to rise to the surface of the molten puddle and escape. Porosity is generally spherical but may be elongated or irregular in shape, such as piping (wormhole) porosity. Porosity shall be considered a defect should any of the following conditions exist:

3.2.5.1 The size of an individual pore exceeds 3 mm.

3.2.5.2 The size of an individual pore exceeds 25% of the thinner of the nominal wall thicknesses joined.

3.2.5.3 Cluster porosity (CP) that occurs in the finish pass shall be considered a defect should any of the following conditions exist:

3.2.5.3.1 The diameter of the cluster exceeds 13 mm.

3.2.5.3.2 The aggregate length of CP in any continuous 300 mm length of weld exceeds 13 mm.

3.2.5 기공(P). 기공은 용융지 표면으로 상승하여 이탈하기 전에 용접 금속이 응고되는 바람에 내부에 갇힌 가스로 정의된다. 기공은 일반적으로 구형이지만 배관 (웜홀) 기공 같이 모양이

불규칙하거나 늘어날 수 있다. 다음 조건 중 하나라도 충족되면 기공을 결함으로 간주해야 한다.

3.2.5.1 개별 기공의 크기가 3mm를 초과한다.

3.2.5.2 개별 기공 크기가 결합된 공칭 벽 두께 중 더 얇은 것의 25%를 초과한다.

3.2.5.3 다음 조건 중 하나라도 충족되면 마감층에서 발생하는 균집 기공(CP)을 결함으로 간주해야 한다.

3.2.5.3.1 균집 지름이 13mm를 초과한다.

3.2.5.3.2 연속 300mm 길이의 용접부에서 CP의 길이 총합이 13mm를 초과한다.

3.2.6 Cracks (C). Cracks shall be considered a defect.

3.2.6 균열(C). 균열은 결함으로 간주해야 한다.

3.2.7 External Undercutting (EU) or Internal Undercutting (IU). Undercutting is defined as a groove melted or any reduction of the parent material adjacent to the toe or root of the weld and left unfilled by weld metal. Undercutting adjacent to the cover pass (EU) or root pass (IU) shall be considered a defect should the maximum dimensions of Table 4 be exceeded.

3.2.7 외부 언더컷(EU) 또는 내부 언더컷(IU). 언더컷은 용접부의 토우나 루트 부근에서 용융된 그루브 또는 모재의 감소로 정의되며, 용접 금속이 채워지지 않은 채로 남겨진 부분이다. 표 4의 최대 치수를 초과할 경우 마지막 용접층(EU)이나 루트 패스(IU)에 인접한 언더컷은 결함으로 간주해야 한다.

Table 4 – Maximum Dimensions of Undercutting (EU or IU)	
Depth	Length
> 0.8 mm or > 12.5% of pipe wall thickness, whichever is smaller	Not acceptable
> 0.4 mm but ≤ 0.8 mm or > 6% but ≤ 12.5% of pipe wall thickness, whichever is smaller	50 mm in a continuous 300 mm weld length or one-sixth the weld length, whichever is smaller
≤ 0.4 mm or ≤ 6% of pipe wall thickness, whichever is smaller	Acceptable, regardless of length

3.2.8 Accumulation of Imperfections (AI). Excluding IPD, EU, and IU, any accumulation of otherwise acceptable imperfections such as P, CP, IF, IP, and BT, shall be considered a defect should any of the following conditions exist:

3.2.8.1 The aggregate length of AI in any continuous 300 mm length of weld exceeds 50 mm.

3.2.8.2 The aggregate length of AI exceeds 8% of the weld length.

표 4 – 언더컷(EU 또는 IU)의 최대 치수

깊이	길이
0.8mm 초과 또는 파이프 벽 두께의 12.5% 초과 중 작은 값	불합격
0.4mm 초과, 0.8mm 이하 또는 파이프 벽 두께의 6% 초과, 12.5% 이하 중 작은 값	연속 300mm의 용접 길이에서 50mm 또는 용접 길이의 1/6 중 작은 값
0.4mm 이하 또는 파이프 벽 두께의 6% 이하 중 작은 값	길이와 상관없이 합격

3.2.8 결함 누적(AI). 다음 조건 중 하나라도 충족되면 IPD, EU 및 IU를 제외하고 P, CP, IF, IP, BT와 같이 다른 상황에서는 허용되는 결함의 누적을 결함으로 간주해야 한다.

3.2.8.1 연속 300mm 길이의 용접부에서 AI의 길이 총합이 50mm를 초과한다.

3.2.8.2 AI의 길이 총합이 용접 길이의 8%를 초과한다.

This page is intentionally blank. / 이 페이지는 일부러 비워둔 페이지입니다.

4.0 Workmanship Requirements and Visual Inspection Acceptance Criteria – Pressure Piping / 작업 기술 요건과 육안 검사 합격 기준 – 압력 배관

4.1 Workmanship Requirements / 작업 기술 요건

4.1.1 The internal misalignment of the ends to be joined shall not be greater than 2 mm. When the internal misalignment exceeds the allowable, it is preferred that the component with the wall extending internally be internally trimmed. However, trimming shall result in a piping component thickness not less than the minimum allowable thickness, and the change in contour shall not exceed 30 degrees.

4.1.1 접합 대상 단부의 내부 오정렬이 2mm보다 크면 안 된다. 내부 오정렬이 허용치를 초과할 때는 벽이 내부로 돌출한 부분을 내부적으로 트리밍하는 것이 좋다. 하지만 트리밍 작업을 통해 배관 구성부품 두께가 최소 허용 두께 이상이 되어야 하고 윤곽선의 변화가 30도를 초과하면 안 된다.

4.1.2 Edge preparation details and the root opening of the joint shall be as specified in the WPS.

4.1.2 가장자리 준비 세부 사항과 접합부의 루트 개구는 WPS에 지정된 바에 따라야 한다.

4.1.3 Surfaces for welding shall be clean and free from paint, oil, rust, scale, or other material that is detrimental to welding.

4.1.3 용접 표면이 청결해야 하고 용접에 해로운 페인트, 오일, 녹, 스케일 또는 기타 물질이 없어야 한다.

4.1.4 The stopping and starting ends of tack welds shall be prepared by grinding or other mechanical means so that they can be satisfactorily incorporated into the final weld. Tack welds that have cracked are unacceptable and shall be removed and rewelded.

4.1.4 가용접 부위의 종료 및 시작 단부가 최종 용접부에 만족스럽게 포함될 수 있도록 연마 또는 기타 기계적 수단으로 이런 부분을 준비해야 한다. 균열이 발생한 가용접 부위는 불합격으로서 제거한 후 다시 용접해야 한다.

4.1.5 After welding commences, the minimum preheat temperature should be maintained until the joint is completed. However, welding may be interrupted and the joint allowed to cool slowly provided a minimum 10 mm thickness of weld is deposited or 25% of the groove is filled, whichever is less.

4.1.5 용접을 시작한 후 접합이 완료될 때까지 최소 예열 온도를 유지해야 한다. 하지만 최소 10mm의 용접 두께로 용착되거나 그루브의 25%가 채워지는 것 중 더 작은 조건에 부합하는 경우 용접을 중단하고 접합부를 천천히 식힐 수 있다.

4.1.6 Arc strikes outside the area of the intended weld are unacceptable.

4.1.6 작업하려는 용접 영역 외부의 아크 스트라이크는 허용되지 않는다.

4.1.7 As-welded surfaces, including tie-ins, shall be smooth, uniform, and free from overlap.

4.1.7 결합된 표면을 포함하여 용접된 표면은 매끈하고 균일하며 겹치는 부분이 없어야 한다.

4.1.8 Base metal surfaces shall be free of spatter.

4.1.8 모재 표면에는 스파터가 없어야 한다.

4.1.9 Repair Welding. Any discontinuities in excess of the maximum permitted in 4.2 shall be removed and may be repaired by welding after the area has been magnetic particle or dye penetrant inspected to assure complete removal of discontinuities.

4.1.9.1 Defect Removal. All defects in welds or base materials requiring repair shall be removed by flame or arc gouging, grinding, chipping, or machining. Preheating may be required for flame or arc gouging on certain alloy materials of the air hardening type in order to prevent surface checking or cracking adjacent to the flame or arc gouged surface. When a defect is removed but welding repair is unnecessary, the surface shall be contoured to eliminate any sharp notches or corners. The contoured surface shall be reinspected by the same means originally used for locating the defect.

4.1.9.2 Repair Welds. Repair welds shall be made in accordance with a WPS using qualified welders, recognizing that the cavity to be repair welded may differ in contour and dimension from a normal joint preparation and may present different restraint conditions. All repair welds shall meet the visual acceptance criteria of 4.2.

4.1.9.3 Inspection. All weld repairs of depth exceeding 25 mm or 20% of the section thickness, whichever is the lesser (as measured from the pipe surface), shall be inspected by radiography and by magnetic particle or dye penetrant inspection of the finished weld surface. All weld repairs of depth less than 20% of the section thickness, or 25 mm, whichever is the lesser shall be examined by magnetic particle or dye penetrant inspection of the first layer of each 6 mm thickness of deposited weld metal, and of the finished weld surface. Magnetic particle or dye penetrant testing of the finished weld surface shall be done after postweld heat treatment.

4.1.9 수리 용접. 4.2항에서 허용되는 최대치를 초과하는 불연속 부위의 경우, 이런 부위를 완벽하게 제거하기 위해 해당 영역에서 자분이나 염료 침투액을 검사한 후 이런 불연속 부위를 제거하고 용접하여 수리해야 한다.

4.1.9.1 결함 제거. 수리가 필요한 용접부나 모재의 모든 결함은 화염이나 아크 가우징, 연마, 칩핑 또는 기계 가공을 통해 제거해야 한다. 화염이나 아크 가우징 처리된 표면에 인접한 곳의 표면 검사나 균열 발생을 방지하기 위해 공랭경화 유형의 특정 합금 재료에 대한 화염 또는 아크 가우징을 위한 예열이 필요할 수 있다. 결함이 제거되어 용접 수리가 불필요할 때는 예리한 노치나 코너를 제거하도록 표면의 윤곽선을 정해야 한다. 결함을 찾기 위해 처음에 사용한 것과 같은 방법으로 윤곽선대로 작업한 표면을 다시 검사해야 한다.

4.1.9.2 수리 용접. 자격을 갖춘 용접사가 WPS에 따라 수리 용접을 해야 한다. 이때 용접사는 수리 용접할 캐비티가 정상적인 접합 준비와는 윤곽선과 치수가 다를 수 있고 구속 조건이 다를 수 있다는 점을 인식해야 한다. 모든 수리 용접부는 4.2항의 육안 검사 합격 기준에 부합해야 한다.

4.1.9.3 검사. (파이프 표면에서 측정 시) 깊이가 25mm 또는 단면 두께의 20% 중 작은 값을 초과하는 부위의 모든 용접 수리에 대해서는 방사선 투과 검사와 자분 또는 염료 침투액 검사를 통해 완성된 용접 표면을 검사해야 한다. 깊이가 단면 두께의 20% 또는 25mm 중 작은 값보다 작은 부위의 모든 용접 수리에 대해서는 각각 6mm 두께로 용착된 용접 금속과 완성된 용접 표면의 첫 번째 층을 자분 또는 염료 침투액 검사를 통해 검사해야 한다. 완성된 용접 표면의 자분 또는 염료 침투액 테스트는 용접 후 열처리 과정을 거친 다음에 실시해야 한다.

4.2 Visual Inspection Acceptance Criteria. Any of the following indications are unacceptable: /
육안 검사 합격 기준. 다음 징후 중 하나라도 있을 경우 불합격이다.

4.2.1 Cracks

4.2.1 균열

4.2.2 Undercut that is greater than 0.8 mm deep. This also includes any other reduction of base metal at the weld toes.

4.2.2 0.8mm보다 깊은 언더컷. 용접 토우에서 발생하는 모재 감소도 이에 포함된다.

4.2.3 Weld reinforcement greater than specified in Table 5

4.2.3 표 5에 규정된 것보다 큰 용접 보강물

Table 5

Thickness of Base Metal (mm)	Maximum Thickness of Reinforcement for Design Temperature		
	>400°C mm	175°C - 400°C mm	<175°C mm
Up to 3, incl.	2	2.5	5
Over 3 to 5, incl.	2	3	5
Over 5 to 13, incl.	2	4	5
Over 13 to 25, incl.	2.5	5	5
Over 25 to 50, incl.	3	6	6
Over 50	4	note (a)	note (a)

(a) The greater of 6 mm or 1/8 times the width of the weld.

NOTES:

1. For double welded butt joints, this limitation on reinforcement given above shall apply separately to both inside and outside surfaces of the joint.
2. For single welded butt joints, the reinforcement limits given above shall apply to the outside surface of the joint only.
3. The thickness of weld reinforcement shall be based on the thickness of the thinner of the materials being joined.
4. The weld reinforcement thicknesses shall be determined from the higher of the abutting surfaces involved.
5. Weld reinforcement may be removed if so desired.

표 5

모재 두께 (mm)	설계 온도에 대한 보강물의 최대 두께		
	>400°C mm	175°C - 400°C mm	<175°C mm
~3(3mm 포함)	2	2.5	5
Over 3 to 5, incl.	2	3	5
Over 5 to 13, incl.	2	4	5
Over 13 to 25, incl.	2.5	5	5
Over 25 to 50, incl.	3	6	6
Over 50	4	(a) 참고	(a) 참고

(a) 6mm 또는 용접부 너비의 1/8배 중 더 큰 값.

참고:

1. 중첩용접된맞대기접합부의경우상기한바와같은보강물에대한이런제한은접합부의내면과외면에따로적용해야한다.
2. 단일용접된맞대기접합부의경우상기한바와같은보강물제한사항은접합부의외면에만적용해야한다.
3. 용접보강물의두께는접합되는재료중더얇은재료의두께를기준으로해야한다.
4. 용접보강물두께는인접하는관련표면중더높은표면에서측정한값으로해야한다.
5. 용접보강물을제거하는것이바람직하다면제거할수있다.

4.2.4 Lack of fusion

4.2.4 용융 부족

4.2.5 Incomplete penetration

4.2.5 불완전 용입

4.2.6 Any other linear indications greater than 5 mm long

4.2.6 길이가 5mm를 넘는 다른 선형 표시

4.2.7 Surface porosity with rounded indications having dimensions greater than 5 mm or four or more rounded indications separated by 2 mm or less edge to edge in any direction. Rounded indications are indications that are circular or elliptical with their length less than three times their width.

4.2.7 어느 방향으로든 가장자리에서 가장자리까지 치수가 5mm보다 큰 원형 표시가 있거나 2mm 이하로 구분되는 4개 이상의 원형 표시가 있는 표면 기공. 원형 표시는 길이가 너비의 3배 미만인 원형이나 타원형의 표시이다.

5.0 Procedure Qualification Requirements / 절차 검정 요건

5.1 Welding Procedure Specification Data.

Table 6 indicates the welding data to be included in a WPS for each welding process. A WPS may be presented in any format, written or tabular, provided the data required in Table 6 are included. A suggested WPS format appears in Annex VII. The WPS may list variables recorded on the PQR within the full range permitted for qualification variables and for practical limits determined by the welding organization for other welding data.

**Table 6
 WPS Data Matrix**

	F C A W	G M A W	G T A W	S M A W
5.1.1 Joint Design				
(1) Joint type and dimensions.	X	X	X	X
(2) Treatment of backside, method of gouging/preparation.	X	X	X	X
(3) Backing material, if used.	X	X	X	X
5.1.2 Base Metal				
(1) M-Number and Group Number.	X	X	X	X
(2) Thickness range qualified.	X	X	X	X
(3) Diameter (tubular only).	X	X	X	X
(4) The coating description or type, if present.	X	X	X	X
5.1.3 Filler Metals				
(1) Specification, classification, F- and A-Number, or if not classified the nominal composition.	X	X	X	X
(2) Weld metal thickness by process and filler metal classification.	X	X	X	X
(3) Filler metal size or diameter.	X	X	X	X
(4) Penetration enhancing flux.			X	
(5) Supplemental filler metal.	X	X	X	
(6) Consumable insert and type.			X	
(7) Energized filler metal "hot."			X	
5.1.4 Position				
(1) Welding position(s).	X	X	X	X
(2) Progression for vertical welding.	X	X	X	X

5.0 Procedure Qualification / 절차 검정

5.1 용접 절차 시방서 데이터.

표 6은 각 용접 공정에 대해 WPS에 포함되는 용접 데이터를 나타낸 것이다. 표 6에 필요한 데이터를 포함하고 있다면 WPS는 텍스트나 표 등 어떤 형식으로든 제시될 수 있다. 제안되는 WPS 형식은 부속 VII에 나와 있다. WPS에는 검증 변수와 다른 용접 데이터를 위해 용접 조직에서 결정한 실용적 제한에 대해 허용되는 전체 범위 내에서 PQR에 기록되는 변수가 나열될 수 있다.

표 6
WPS 데이터 매트릭스

	F C A W	G M A W	G T A W	S M A W
5.1.1 접합부 설계				
(1) 접합부 유형과 치수.	X	X	X	X
(2) 뒷면 처리, 가우징/준비 방법.	X	X	X	X
(3) 백킹 재료(사용하는 경우)	X	X	X	X
5.1.2 모재				
(1) M 번호와 그룹 번호	X	X	X	X
(2) 승인된 두께 범위	X	X	X	X
(3) 직경(튜브형만 해당)	X	X	X	X
(4) 코팅 설명 또는 유형(있는 경우)	X	X	X	X
5.1.3 용가재				
(1) 규격, 분류, F 번호 및 A 번호, 또는 미분류 상태일 경우에는 공칭 조성	X	X	X	X
(2) 공정 및 용가재 분류별 용접 금속 두께	X	X	X	X
(3) 용가재 크기 또는 직경	X	X	X	X
(4) 용입 강화 플럭스			X	
(5) 보충 용가재	X	X	X	
(6) 소모성 삼입재 및 유형			X	
(7) 활성화된 “고온” 용가재			X	
5.1.4 위치				
(1) 용접 위치	X	X	X	X
(2) 수직 용접을 위한 진행	X	X	X	X

Table 6
WPS Data Matrix (Cont'd)

	F C A W	G M A W	G T A W	S M A W
5.1.5 Preheat and Interpass				
(1) Preheat minimum.	X	X	X	X
(2) Interpass temperature maximum (if applicable).	X	X	X	X
(3) Preheat maintenance.	X	X	X	X
5.1.6 Heat Treatment				
(1) PWHT temperature and time.	X	X	X	X
5.1.7 Shielding Gas				
(1) Torch shielding gas and flow rate range.	X	X	X	
(2) Root shielding gas and flow rate range.			X	
5.1.8 Electrical				
(1) Current (or wire feed speed), current type, and polarity.	X	X	X	X
(2) Voltage range (except for manual welding).	X	X	X	
(3) Specification, classification, and diameter of tungsten electrode.			X	
(4) Transfer mode.	X	X		
(5) A change to or from pulsed current.	X	X	X	X
5.1.9 Variables				
(1) Welding process and whether manual, semiautomatic, mechanized, or automatic.	X	X	X	X
(2) For mechanized or automatic, single or multiple electrode and spacing.	X	X	X	
(3) Single or multipass.	X	X	X	X
(4) Contact tube to work distance.	X	X		
(5) Cleaning.	X	X	X	X
(6) Peening.	X	X	X	X
(7) Stringer or weave bead.	X	X	X	X
(8) Travel-speed range for mechanized or automatic welding and manual applications requiring heat input calculations.	X	X	X	

표 6
WPS 데이터매트릭스(계속)

	F C A W	G M A W	G T A W	S M A W
5.1.5 예열과 증간 온도				
(1) 최소 예열	X	X	X	X
(2) 최대 증간 온도(해당되는 경우)	X	X	X	X
(3) 예열 상태 유지	X	X	X	X
5.1.6 열처리				
(1) PWHT 온도 및 시간	X	X	X	X
5.1.7 보호 가스				
(1) 토치 보호 가스 및 유동률 범위	X	X	X	
(2) 루트 보호 가스 및 유동률 범위			X	
5.1.8 전기				
(1) 전류(또는 와이어 공급 속도), 전류 유형 및 극성	X	X	X	X
(2) 전압 범위(수동 용접 제외)	X	X	X	
(3) 텅스텐 전극의 규격, 분류 및 직경			X	
(4) 이행 모드	X	X		
(5) 펄스 전류로의 변화 또는 펄스 전류에서의 변화	X	X	X	X
5.1.9 변수				
(1) 용접 공정과 수동, 반자동, 기계화 또는 자동 여부	X	X	X	X
(2) 기계화 또는 자동의 경우 단일 또는 다중 전극과 간격	X	X	X	
(3) 단층 또는 다층	X	X	X	X
(4) 접촉 튜브에서 작업물까지의 거리	X	X		
(5) 청소	X	X	X	X
(6) 피닝	X	X	X	X
(7) 직선 비드 또는 위빙 비드	X	X	X	X
(8) 자동화 또는 자동 용접과 투입 열량 계산이 필요한 수동 용접의 이동 속도 범위	X	X	X	

5.2 Procedure Qualification Variables. A change in a WPS beyond that allowed in this clause shall require requalification of the procedure and preparation of a new or revised WPS. Changes not addressed in this clause shall not require requalification, provided such changes are documented in a new or revised WPS.

5.2 절차 검정 변수. 이 조항에서 허용되는 범위를 벗어나는 WPS의 변화는 새 WPS나 수정된 WPS의 절차 및 준비의 재검정이 필요하다. 이 조항에서 언급하지 않는 변화의 경우, 새 WPS나 수정된 WPS에 해당 변화가 기록되면 재검정을 할 필요가 없다.

5.2.1 Test Weldments. The welding organization shall prepare a sufficient number of qualification test weldments to cover the anticipated processes, materials, thicknesses, etc. as described herein. Each groove test weldment shall be large enough to provide the necessary test specimens required in 5.3.

5.2.1.1 For the welding of base metals with different M-Numbers, a procedure qualification test shall be made for each combination of M-Numbers to be joined. However, a procedure qualification test with one M-Number shall also qualify for that metal welded to itself and to each of the lower M-Number metals for:

(1) Base metals M-1, M-3, M-4, and M-5A; and

(2) Welding processes SMAW, GTAW, GMAW, and FCAW.

(*Example:* M-5A to M-5A would qualify for M-5A to M-5A, as well as M-5A to M-4, M-5A to M-3, and M-5A to M-1. Refer to Annexes III-A and III-B for listings of base metal M-Numbers)

5.2.1.2 If fracture toughness testing is required, then procedure qualification shall be made for each combination M-Number and Group Number to be joined. A procedure qualification shall be made for each M-Number and Group Number combination of base metals, even though procedure qualification tests have been made for each of the two base metals welded to itself.

(1) If the Welding Procedure Specification (WPS) for welding the combination of base metals specifies the same qualification variables, including electrode or filler metal, as both WPSs for welding each base metal to itself, such as that the base metal is the only change, then the WPS for welding the combination of base metals is also qualified.

(2) When base metals of two different M-Numbers and Group Numbers are qualified using a single test weldment, that test weldment qualifies the welding of those two M-Numbers and Group Numbers to themselves as well as to each other using the variables qualified.

5.2.1 시험 용접물. 용접 조직에서는 여기서 설명하는 대로 예상되는 공정, 재료, 두께 등을 고려하여 충분한 수의 검정 시험 용접물을 준비해야 한다. 각각의 그루브 시험 용접물은 5.3항에서 필요한 시편을 제공하기에 충분히 커야 한다.

5.2.1.1 M 번호가 각기 다른 모재의 용접을 위해 접합할 M 번호의 각 조합에 대해 절차 검정 시험을 해야 한다. 하지만 한 가지 M 번호를 이용한 절차 검정 시험 역시 접합되는 금속 자체와 다음 사항에 맞춰 더 낮은 M 번호 금속 각각에 용접되는 금속에 대해 적합해야 한다.

(1) 모재 M-1, M-3, M-4, M-5A

(2) 용접 공정 SMAW, GTAW, GMAW, FCAW

(*예:* M-5A와 M-5A의 접합은 M-5A와 M-5A뿐 아니라 M-5A와 M-4, M-5A와 M-3, M-5A와 M-1의 접합에도 적합해야 한다. 모재 M 번호의 목록은 부속 III-A 및 III-B 참조)

5.2.1.2 파괴 인성 시험이 필요한 경우에는 접합할 각 조합의 M 번호 및 그룹 번호에 대한 절차 검정을 실시해야 한다. 그 자신에 접합되는 두 모재 각각에 대한 절차 검정 시험을 실시했지만, 모재의 M 번호 조합과 그룹 번호 조합 각각에 대한 절차 검정도 실시해야 한다.

(1) 모재 조합의 용접을 위한 용접 절차 시방서(WPS)에 전극이나 용가재를 비롯하여 같은 검정 변수가 규정되어 있는 경우, 두 WPS에 모두 모재가 유일한 변경 사항이 되도록 각 모재를 그 자신에게 용접하도록 규정되어 있으므로 모재의 조합을 용접하기 위한 WPS 역시 검정된다.

(2) 단일 시험 용접물을 사용하여 두 가지 다른 M 번호와 그룹 번호의 모재를 검정할 때 그 시험 용접물을 통해 두 가지 M 번호와 그룹 번호를 자기 자신에게 용접하는 작업뿐 아니라 검정된 변수를 사용하여 서로 용접하는 작업을 검정한다.

5.2.2 Qualification Thickness Limitations

5.2.2.1 Limitations on the thickness ranges qualified by procedure qualification tests are given in Table 7.

5.2.2.2 The limitations in Table 7 are based upon the base metal and weld metal thickness for groove welds.

5.2.2.3 Complete penetration groove welds shall also qualify partial penetration groove welds, fillet welds, and weld buildups within the qualification limits given in Table 7.

5.2.2.4 In addition to the welding data required to be included in the WPS by 5.1, when multiple process or multiple filler metal classifications are used in a single test weldment, the thickness ranges permitted for use in the WPS shall apply separately to each welding process and filler metal classification. The weld deposit thickness for each welding process and each filler metal classification used in the qualification test shall be recorded on the PQR.

5.2.2.5 In addition to the procedure qualification variables required to be recorded on the PQR by 5.2.3, the weld deposit thickness for each welding process and each filler metal classification used in the qualification test shall be recorded on the PQR for all applications.

5.2.2 검정 두께 제한 사항

5.2.2.1 절차 검정 시험으로 검정한 두께 범위에 적용되는 제한 사항은 표 7에 나와 있다.

5.2.2.2 표 7의 제한 사항은 그루브 용접의 모재와 용접 금속 두께를 기반으로 한다.

5.2.2.3 완전 용입 그루브 용접 또한 표 7에 표시된 검정 제한 범위 내에서 부분 용입 그루브 용접, 필릿 용접, 용접 빌드업 검정을 거쳐야 한다.

5.2.2.4 5.1항에 따라 WPS에 포함해야 할 용접 데이터 외에도, 단일 시험 용접에서 여러 가지 공정이나 여러 종류의 용가재가 사용되는 경우 WPS에 사용하도록 허가된 두께 범위를 각 용접 공정과 용가재 분류에 따로 적용해야 한다. 검정 시험에 사용되는 각 용접 공정과 각 용가재 유형에 대한 용접 용착 두께를 PQR에 기록해야 한다.

5.2.2.5 5.2.3항에 따라 PQR에 기록해야 하는 절차 검정 변수 외에도, 모든 응용 방법에 대해 검정 시험에 사용되는 각 용접 공정과 각 용가재 유형에 대한 용접 용착 두께를 PQR에 기록해야 한다.

Table 7
Thickness Limitation of Plate and Pipe for Groove Welds
for Procedure Qualification

Test Weldment Thickness (T), mm ^a	Base Metal Thickness Qualified ^{b,c,d,e,f}		Deposit Weld Metals Thickness Qualified (t) ^{b,g}
	Minimum, mm	Maximum, mm	Maximum, mm
Less than 2	1/2T	2T	2t
2 to 10	2	2T	2t
Over 10, but less than 19	5	2T	2t
19 to less than 38	5	2T	2t when t < 19 2T when t ≥ 19
38 to less than 150	5	200	2t when t < 19 200 when t ≥ 19
150 and over	25	1.33T	2t when t < 19 200 when 19 ≤ t < 150 1.33t when t ≥ 150

- (a) When the groove is filled using a combination of welding processes:
- (1) The test weldment thickness “T” is applicable for the base metal and shall be determined from the Base Metal Thickness Qualified column.
 - (2) The thickness “t” of the weld metal for each welding process shall be determined from the Deposited Weld Metal thickness column.
 - (3) Each welding process qualified in this combination manner may be used separately only within the same qualification variables and the thickness limits.
- (b) For GMAW-S, the maximum thickness of base metal qualified is 1.1 times the thickness of the test weldment until the test weldment thickness is 13 mm, beyond which Table 7 applies. The maximum weld metal thickness qualified is 1.1 times the GMAW-S weld metal thickness deposited in the weldment. In addition, for thickness 10 mm thick and greater, side bend tests shall be used to qualify GMAW-S WPSs.
- (c) For fracture toughness applications, minimum base metal thickness qualified is T or 16 mm, whichever is less.
- (d) If any single pass in the test weldment base metal is greater in thickness than 13 mm, the qualified base metal thickness is 1.1 times the test weldment thickness.
- (e) If a test weldment receives a postweld heat treatment exceeding the lower transformation temperature, the maximum base metal thickness qualified is 1.1 times the base metal thickness of the test weldment, and the maximum weld thickness qualified is 1.1 times the weld metal of the test weldment.
- (f) For base metals equal to or less than 10 mm, fillet welds have the same base metal thickness qualifications as groove welds. For base metals thickness greater than 10 mm, the maximum base metal thickness qualified for fillet welds is unlimited.
- (g) Deposited weld metal thickness limitations do not apply to fillet welds or weld buildups.

NOTES:

T = The thickness of the Test Weldment Base Metal.

t = The thickness of the Weld Deposit, excluding reinforcement.

표 7
절차 검정을 위한 그루브 용접용 판재와 파이프의 두께 제한

시험 용접물 두께(T), mm ^a	검정 대상 모재 두께 ^{b,c,d,e,f}		검정 대상 용착 용접 금속 두께(t) ^{b,g}
	최소, mm	최대, mm	최대, mm
T < 2	1/2T	2T	2t
2 ≤ T ≤ 10	2	2T	2t
10 < T < 19	5	2T	2t
19 ≤ T < 38	5	2T	t < 19일 때 2t t ≥ 19일 때 2T
38 ≤ T < 150	5	200	t < 19일 때 2t t ≥ 19일 때 200
T ≥ 150	25	1.33T	t < 19일 때 2t 19 ≤ t < 150일 때 200 t ≥ 150일 때 1.33t

(a) 용접 공정을 조합하여 그루브를 채울 때

- (1) 시험 용접물 두께 “T”는 모재에 적용 가능하며 검정 대상 모재 두께 열에서 확인해야 한다.
- (2) 각 용접 공정을 위한 용접 금속의 두께 “t”는 용착 용접 금속 두께 열에서 확인해야 한다.
- (3) 이런 조합 방식에서 검정된 각 용접 공정은 같은 검정 변수 및 두께 제한 범위 내에서 따로 사용할 수 있을 뿐이다.

(b) GMAW-S의 경우 검정 대상 모재의 최대 두께는 시험 용접물 두께가 13mm(표 7이 적용되는 범위를 벗어남)가 될 때까지 시험 용접물 두께의 1.1배이다. 검정 대상 최대 용접 금속 두께는 용접물에 용착된 GMAW-S 용접 금속 두께의 1.1배이다. 그 밖에도, 10mm 이상의 두께에 대해서는 측면 굽힘 시험을 통해 GMAW-S WPS를 검정해야 한다.

(c) 파괴 인성 시험의 경우 검정 대상 모재의 최소 두께는 T 또는 16mm 중 작은 두께이다.

(d) 시험 용접물 모재에서 어느 한 층의 두께가 13mm보다 두꺼울 경우 검정 대상 모재 두께는 시험 용접물 두께의 1.1배이다.

(e) 시험 용접물에 대해 변태 온도 하한을 초과하는 용접 후 열처리를 실시한 경우 검정 대상 모재의 최대 두께는 시험 용접물 모재 두께의 1.1배이고, 검정 대상 용접부의 최대 두께는 시험 용접물의 용접 금속 두께의 1.1배이다.

(f) 두께가 10mm 이하인 모재의 경우 필릿 용접의 모재 두께 검정 기준은 그루브 용접과 같다. 두께가 10mm 초과인 모재의 경우 필릿 용접에 대한 검정 대상 모재의 최대 두께는 무제한이다.

(g) 용착 용접 금속 두께 제한은 필릿 용접이나 용접 빌드업에 적용되지 않는다.

참고:

T = 시험 용접물 모재의 두께

t = 용접 용착 두께(보강물 제외)

5.2.3 Table 8 lists the procedure qualification variables to be recorded on the PQR for each welding process. A change in a procedure qualification variable beyond the limits shown in Table 8 shall require a new or revised WPS and a new PQR. The PQR shall list the actual values of the variables used. The key to the entries in the body of the table is as follows:

Q—Qualification variable for all applications

T— Qualification variable for all fracture toughness applications

**Table 8
 PQR Data Matrix**

	F C A W	G M A W	G T A W	S M A W
5.2.3.1 Joint Design				
(1) A change from a fillet to a groove weld.	Q	Q	Q	Q
(2) A change in the M-Number of backing.	Q	Q	Q	Q
5.2.3.2 Base Metal				
(1) A change in base metal thickness beyond the range permitted in 5.2.2.	Q	Q	Q	Q
(2) A change from one M-Number base metal to another M-Number base metal or to a combination of M-Number base metals, except as permitted in 5.2.1.1.	Q	Q	Q	Q
(3) A change from one M-Number Group Number to any other M-Number Group Number, except as permitted in 5.2.1.2.	T	T	T	T
(4) A change from one M-5 group (A, B, etc.) to any other. A change from M-9A to M-9B, but not vice versa. A change from one M-10 or M-11 group (A, B, etc.) to any other group.	Q	Q	Q	Q
5.2.3.3 Filler Metals				
(1) A change from one F-Number to any other F-Number or to any filler metal not listed in Annex II.	Q	Q	Q	Q
(2) For ferrous materials, a change from one A-Number to any other A-Number.	Q	Q	Q	Q

5.2.3 표 8에는 각 용접 공정에 대해 PQR에 기록할 절차 검정 변수가 나와 있다. 표 8에 표시된 제한을 넘어서는 정도로 절차 검정 변수에 변화가 있을 때는 신규 또는 수정된 WPS와 신규 PQR이 필요하다. PQR에는 사용한 변수의 실제 값 목록을 기록해야 한다. 표 본문에 들어갈 핵심적인 내용은 다음과 같다.

Q — 모든 응용 방법에 대한 검정 변수

T — 모든 파괴 인성 응용 방법에 대한 검정 변수

표 8
PQR 데이터 매트릭스

	F C A W	G M A W	G T A W	S M A W
5.2.3.1 접합부 설계				
(1) 필릿 용접에서 그루브 용접으로 변경	Q	Q	Q	Q
(2) 백킹의 M 번호 변경	Q	Q	Q	Q
5.2.3.2 모재				
(1) 5.2.2항에서 허용되는 범위를 벗어나는 모재 두께의 변화	Q	Q	Q	Q
(2) 5.2.1.1에서 허용되는 것을 제외하고, 한 M 번호 모재에서 다른 M 번호 모재 또는 M 번호 모재 조합으로의 변경	Q	Q	Q	Q
(3) 5.2.1.2에서 허용되는 것을 제외하고, 한 M 번호 그룹 번호에서 다른 M 번호 그룹 번호로의 변경	T	T	T	T
(4) 한 M-5 그룹(A, B 등)에서 다른 M-5 그룹으로의 변경. M-9A에서 M-9B로의 변경(그 반대는 아님). 한 M-10 또는 M-11 그룹(A, B 등)에서 다른 그룹으로의 변경	Q	Q	Q	Q
5.2.3.3 용가재				
(1) 한 F 번호에서 다른 F 번호 또는 부속 II에 나와 있지 않은 용가재로의 변경	Q	Q	Q	Q
(2) 철 금속의 경우 한 A 번호에서 다른 A 번호로의 변경	Q	Q	Q	Q

Table 8
PQR Data Matrix (Cont'd)

	F C A W		G M A W		G T A W		S M A W
5.2.3.3 Filler Metals (Cont'd)							
(3) A change in filler metal tensile strength exceeding 60 MPa, or a change in filler metal classified to a strength lower than the specified minimum tensile strength designator of the base metal.	Q		Q		Q		Q
(4) The addition or deletion of filler material.				Q			
(5) A change in the weld metal thickness beyond that permitted in 5.2.2.	Q		Q		Q		Q
5.2.3.4 Preheat and Interpass Temperature							
(1) A decrease in preheat of more than 55°C from that qualified.	Q		Q		Q		Q
(2) An increase of more than 55°C in the maximum interpass temperature from that recorded on the PQR.	T		T		T		T
5.2.3.5 Postweld Heat Treatment							
(1) For the following M-Numbers 1, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, and 11 a change from any one condition to any other requires requalification: (a) No PWHT. (b) PWHT below the lower transformation temperature. (c) PWHT within the transformation temperature range. (d) PWHT above the upper transformation temperature. (e) PWHT above the upper transformation temperature, followed by treatment below the lower transformation temperature.	Q		Q		Q		Q
(2) For all materials not covered above, a separate PQR is required for no PWHT and PWHT.	Q		Q		Q		Q

5.0 Procedure Qualification / 절차 검증

표 8
PQR 데이터매트릭스(계속)

	F C A W	G M A W	G T A W	S M A W
5.2.3.3 용가재(계속)				
(3) 60MPa을 초과하는 용가재 인장 강도의 변화 또는 모재의 지정 최소 인장 강도 지시기보다 낮은 강도로 분류되는 용가재의 변화	Q	Q	Q	Q
(4) 용가재의 추가 또는 삭제			Q	
(5) 5.2.2항에서 허용되는 범위를 벗어나는 용접 금속 두께의 변화	Q	Q	Q	Q
5.2.3.4 예열과 층간 온도				
(1) 적합한 온도에서 55°C 이상의 예열 온도 감소	Q	Q	Q	Q
(2) PQR에 기록된 온도에서 55°C 이상의 최대 층간 온도 증가	T	T	T	T
5.2.3.5 용접 후 열처리				
(1) 다음 M 번호 1, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11에 대해 한 조건에서 다른 조건으로 변경하려면 재검정이 필요하다. (a) PWHT 없음 (b) PWHT가 변태 온도 하한 미만임 (c) PWHT가 변태 온도 범위 이내임 (d) PWHT가 변태 온도 상한 초과임 (e) PWHT가 변태 온도 상한을 초과한 후 변태 온도 하한 미만에서 처리	Q	Q	Q	Q
(2) 위에서 언급하지 않은 모든 재료에 대해서는 PWHT가 없는 경우와 주어진 PWHT에 대한 별도의 PQR이 필요하다.	Q	Q	Q	Q

Table 8
PQR Data Matrix (Cont'd)

	F C A W	G M A W	G T A W	S M A W
5.2.3.6 Shielding Gas				
(1) Addition or deletion of torch shielding gas.	Q	Q	Q	
(2) A change in the specified nominal composition of shielding gas.	Q	Q	Q	
5.2.3.7 Electrical Characteristics				
(1) An increase in heat input or volume of weld metal deposited per unit length of weld, over that qualified, except when a grain refining austenitizing heat treatment is applied after welding. The increase may be measured by either of the following: (a) Heat Input (kJ/mm) = $\frac{\text{Volts} \times \text{Amps} \times 0.06}{\text{Travel Speed (mm/min)}}$ (b) Weld Metal Volume—An increase in bead size, (width x thickness) or a decrease in the length of weld bead per unit length of electrode.	T	T	T	T
(2) A change in the mode of metal transfer from short circuiting to globular, spray, or pulsed and vice versa.	Q	Q		
5.2.3.8 Other Variables				
(1) A change in welding process.	Q	Q	Q	Q
(2) A change exceeding ± 20% in the oscillation variables for mechanized or automatic welding.	T	T	T	
(3) A change from multipass per side to single pass per side.	T	T	T	T
(4) A change from a stringer bead to a weave bead in vertical uphill welding.	T	T	T	T

5.0 Procedure Qualification / 절차 검증

표 8
PQR 데이터매트릭스(계속)

	F C A W	G M A W	G T A W	S M A W
5.2.3.6 보호 가스				
(1) 토치 보호 가스의 추가 또는 삭제	Q	Q	Q	
(2) 보호 가스의 지정된 공칭 조성 변경	Q	Q	Q	
5.2.3.7 전기적 특성				
(1) 용접 후 결정 정제 오스테나이트화 열처리를 적용할 때를 제외하고 검정된 수준 이상으로 용접부의 단위 길이당 투입 열량의 증가 또는 용접 금속 용착량의 증가. 다음 중 한 가지 방법으로 증가량을 측정할 수 있다. (a) 투입 열량(kJ/mm) = $\frac{\text{전압} \times \text{전류} \times 0.06}{\text{이동 속도(mm/min)}}$ (b) 용접 금속량-비드 크기의 증가, (너비 x 두께) 또는 전극의 단위 길이당 용접 비드의 길이 감소	T	T	T	T
(2) 단락에서 구형, 분사 또는 펄스로, 그리고 그 반대로의 금속 이행 모드 변경	Q	Q		
5.2.3.8 기타 변수				
(1) 용접 공정 변경	Q	Q	Q	Q
(2) 기계화 또는 자동 용접을 위한 발진 변수에서 ± 20%를 초과하는 변화	T	T	T	
(3) 각 측면마다 다층에서 단층으로 변경	T	T	T	T
(4) 수직 상향 용접의 직선 비드에서 위빙 비드로 변경	T	T	T	T

5.3 Procedure Qualification Test Requirements / 절차 검정 시험 요건

5.3.1 Evaluation of Groove Test Weldments. Test weldments shall be subjected to the following:

- (1) Visual Examination
- (2) Guided Bend Test
 - (a) 4 side bend specimens, or
 - (b) 2 face bend and 2 root bend specimens

Side bend specimens may be substituted for face and root bend specimens for metal thicknesses from 10 to 19 mm inclusive. For metal over 19 mm thick, side bend specimens are required. For base metals 10 mm thick and greater, side bends are required for GMAW-S.

- (3) Tension Test
 - (a) 2 transverse specimens
- (4) CVN Fracture Toughness (if required)
 - (a) 3 specimens from weld metal
 - (b) 3 specimens from HAZ

5.3.1 그루브 시험 용접물의 평가. 시험 용접물에 대해 다음을 실시해야 한다.

- (1) 육안 검사
- (2) 유도 굽힘 시험
 - (a) 측면 굽힘 시편 4개 또는
 - (b) 앞면 굽힘 시편 2개와 뒷면 굽힘 시편 2개

측면 굽힘 시편은 10~19mm의 금속 두께에 대한 앞면 및 뒷면 굽힘 시편 대신 측면 굽힘 시편을 사용할 수도 있다. 두께가 19mm를 초과하는 금속에는 측면 굽힘 시편이 필요하다. 모재 두께가 10mm 이상인 경우 GMAW-S에 측면 굽힘이 필요하다.

- (3) 인장 시험
 - (a) 가로 방향 시편 2개
- (4) CVN 파괴 인성(필요한 경우)
 - (a) 용접 금속의 시편 3개
 - (b) HAZ의 시편 3개

5.4 Procedure Qualification Acceptance Criteria / 절차 검정 합격 기준

5.4.1 Visual Examination Acceptance Criteria. Prior to removing specimen blanks from the completed test weldment, the weld shall be visually examined on all accessible surfaces and shall meet the following criteria:

5.4.1.1 There shall be no evidence of cracks, incomplete fusion, or incomplete joint penetration.

5.4.1.2 The depth of undercut shall not exceed the lesser of 10% of the base metal thickness or 0.8 mm.

5.4.1.3 Porosity shall not exceed the limitations of clause 2.0, 3.0, or 4.0, as applicable.

5.4.1 육안 검사 합격 기준. 완성된 시험 용접물에서 시편 블랭크를 제거하기 전에 접근 가능한 모든 표면에서 용접부를 육안으로 검사하고 다음 기준에 부합해야 한다.

5.4.1.1 균열, 불완전 용융 또는 불완전 접합부 용입의 흔적이 없어야 한다.

5.4.1.2 언더컷의 깊이가 모재 두께의 10% 또는 0.8mm 중 작은 값을 초과하면 안 된다.

5.4.1.3 기공이 2.0, 3.0 또는 4.0항에서 해당되는 제한을 초과하면 안 된다.

5.4.2 Bend Criteria. Transverse bend specimens shall be prepared as specified in Annex IV. The specimen edge radius shall not exceed 3 mm. It is recommended, but not a requirement, that the specimen grinding direction be parallel to the direction of bending. For face bend specimens, the weld face side shall be on the convex side of the bend specimen. For root bend specimens, the weld root side shall be on the convex side of the bend specimen. Side bend specimens may be bent in either direction. For all transverse bend specimens, the weld metal and heat-affected zone shall be completely within the bent portion of the specimen after bending.

Unless otherwise specified, specimens containing a rejectable discontinuity shall be considered as failed, regardless of their conformance to preparation or bending requirements. Specimens not meeting preparation or bending requirements that do not contain a rejectable discontinuity shall be disregarded and a replacement specimen prepared from the original weldment shall be tested.

The convex surface of the bend test specimen (beginning at the edge of the specimen and including the specimen edge radius) shall be visually examined and meet the requirements of 5.4.2.1, 5.4.2.2 or 5.4.2.3, as applicable.

5.4.2.1 Structural Steel Applications. For acceptance, the surface shall contain no discontinuities in the weld or heat-affected zone per the following:

(1) >3 mm measured in any direction on the surface, or

(2) >10 mm —the sum of the greatest dimensions of all discontinuities exceeding 0.8 mm, but less than or equal to 3 mm, or

(3) 6 mm —the maximum corner crack, except when that corner crack results from visible slag inclusion or other fusion type discontinuity, then the 3 mm maximum shall apply.

Specimens with corner cracks exceeding 6 mm with no evidence of slag inclusions or other fusion type discontinuity shall be disregarded, and a replacement test specimen from the original weldment shall be tested.

5.4.2.2 Pipeline Applications. The bend test shall be considered acceptable if no crack or other imperfection exceeding 3 mm or one-half the specified wall thickness, whichever is smaller, in any direction is present in the weld or between the weld and the fusion zone after bending. Cracks that originate on the outer radius of the bend along the edges of the specimen during testing and that are less than 6 mm, measured in any direction, shall not be considered unless obvious imperfections are observed.

5.4.2.3 Pressure Piping Applications. For acceptance, the surface shall contain no discontinuities in the weld or heat-affected zone per the following:

(1) >3 mm measured in any direction on the surface.

(2) Open discontinuities occurring on the corners of the specimen during testing shall not be considered and a replacement test specimen from the original weldment shall be tested unless there is definite evidence that the open discontinuities result from lack of fusion, slag inclusions, or other internal discontinuities.

5.4.2 굽힘 기준. 부속 IV에 규정된 것처럼 가로 방향 굽힘 시편을 준비해야 한다. 시편 가장자리 반경이 3mm를 초과하면 안 된다. 시편 연마 방향이 굽힘 방향과 평행한 것이 좋지만 필수 사항은 아니다. 앞면 굽힘 시편의 경우 용접면 쪽이 굽힘 시편의 볼록한 쪽에 있어야 한다. 뒷면 굽힘 시편의 경우 용접 루트 쪽이 굽힘 시편의 볼록한 쪽에 있어야 한다. 측면 굽힘 시편은 어느 한 방향으로 구부러질 수 있다. 모든 가로 방향 굽힘 시편의 경우 굽힘 후에 용접 금속과 열의 영향을 받는 영역은 시편의 굽은 부분 내에 완전히 포함되어야 한다.

달리 지정하지 않는 한, 불합격한 불연속 부위를 포함한 시편은 준비 또는 굽힘 요건을 준수하더라도 불합격으로 간주해야 한다. 불합격한 불연속 부위를 포함하지는 않지만 준비 또는 굽힘 요건을 충족시키지 못하는 시편은 무시해야 하며 원래 용접물에서 준비한 대체 시편을 시험해야 한다.

(시편의 가장자리에서 시작하고 시편 가장자리 반경을 포함하는) 굽힘 시편의 볼록한 표면을 육안으로 검사하고 5.4.2.1, 5.4.2.2 또는 5.4.2.3항의 해당 요건에 부합해야 한다.

5.4.2.1 구조용 강재. 다음 규정에 따라 용접부 또는 열의 영향을 받는 영역에서 표면에 불연속 부위가 없어야 합격이다.

(1) 표면의 아무 방향에서나 측정했을 때 3mm 초과

(2) 또는 10mm 초과 — 0.8mm 초과, 3mm 이하인 모든 불연속 부위의 최대 치수의 총합

(3) 또는 6mm — 최대 코너 균열(해당 코너 균열이 눈에 보이는 슬래그 혼입물 또는 기타 용융 불연속 부위로 인해서 발생한 경우는 제외하며 이때는 3mm 최대값을 적용)

슬래그 혼입물 또는 기타 용융 불연속 부위의 증거가 없고 6mm를 초과하는 코너 균열이 있는 시편은 무시하고 원래의 용접부에서 채취한 대체용 시편으로 시험해야 한다.

5.4.2.2 파이프라인. 굽힘 후에 용접부나 용접부와 용융부 사이에서 어떤 방향으로든 3mm 또는 지정된 벽 두께의 절반 중 더 작은 값을 초과하는 균열이나 기타 결함이 없을 경우 굽힘 시험을 합격으로 간주해야 한다. 시험 중에 시편 가장자리를 따라 굽힘의 바깥쪽 반경에서 발생하고 임의의 방향에서 측정 시 6mm 미만의 균열은 명백한 결함이 관찰되지 않는 한 고려 대상이 아니다.

5.4.2.3 압력 배관. 다음 규정에 따라 용접부 또는 열의 영향을 받는 영역에서 표면에 불연속

부위가 없어야 합격이다.

(1) 표면의 아무 방향에서나 측정했을 때 3mm 초과

(2) 시험 중에 시편의 코너에 발생하는 열린 불연속 부위가 용융 부족, 슬래그 혼입물 또는 다른 내부 불연속 부위에서 발생한 것이라는 명확한 증거가 없는 한, 이런 불연속 부위는 고려 대상이 아니고 원래 용접물에서 얻은 대체 시편을 시험해야 한다.

5.4.3 Tension Test Criteria. The procedures and method for tension testing shall conform to AWS B4.0, *Standard Methods for Mechanical Testing of Welds*. (Note: B4.0 is referenced, but not needed when taking this examination.) Each tensile test specimen shall have a tensile strength not less than the following:

5.4.3.1 The minimum tensile strength of the base metal as specified in Annex III-B, or of the weaker of the two base metals if metals of different minimum tensile strength are used; or

5.4.3.2 The specified minimum tensile strength of the electrode or filler metal classification when undermatching filler metal is used; or

5.4.3.3 If the specimen breaks in the base metal outside of the weld or weld interface, the test shall be accepted, provided the strength is not more than 5% below the specified minimum tensile strength of the base metal; or

5.4.3.4 If the base metal has no specified minimum tensile strength then failure in the base metal shall be acceptable.

5.4.3 인장 시험 기준. 인장 시험 절차와 방법은 AWS B4.0, *용접부의 기계적 시험을 위한 표준 방법*에 따라야 한다. (참고: B4.0을 참조하지만, 이 시험을 치를 때는 필요하지 않다.) 각 인장 시편의 인장 강도는 다음 이상이어야 한다.

5.4.3.1 부속 III-B에 규정된 모재의 최소 인장 강도 또는 최소 인장 강도가 서로 다른 금속을 사용할 경우에는 두 모재 중 더 약한 모재의 최소 인장 강도

5.4.3.2 또는 모재보다 강도가 낮은 용가재를 사용할 때 전극 또는 용가재 등급의 규격상 최소 인장 강도

5.4.3.3 또는 시편이 모재의 용접부나 용접 경계면 바깥에서 부러지는 경우 강도가 모재의 규격상 최소 인장 강도보다 5% 넘게 낮지 않다면 시험을 합격으로 처리해야 한다.

5.4.3.4 또는 모재의 최소 인장 강도가 지정되어 있지 않은 경우에는 모재의 파괴를 허용해야 한다.

5.4.4 CVN Fracture Toughness Criteria. For fracture toughness testing, the type of test, number of specimens, and acceptance criteria shall be as specified. The procedures and apparatus shall conform to the requirements of AWS B4.0, *Standard Methods for Mechanical Testing of Welds*. (Note: B4.0 is referenced, but not needed when taking this examination.)

5.4.4 CVN 파괴 인성 기준. 파괴 인성 시험의 경우 시험 유형, 시편 개수, 합격 기준은 시방서 규정에 따라야 한다. 절차와 장치는 AWS B4.0, *용접부의 기계적 시험을 위한 표준 방법*의 요건에 따라야 한다. (참고: B4.0을 참조하지만, 이 시험을 치를 때는 필요하지 않다.)

5.5 Procedure Qualification Documentation. Welding variables used to produce an acceptable test weldment and the results of tests conducted on that weldment to qualify a WPS shall be recorded on a Welding Procedure Qualification Record (PQR). The PQR may be presented in any format, written or tabular. A suggested format for the PQR is included in Annex VIII. The WPS shall reference all PQR's which support the qualification of that WPS.

5.5 절차 검정 문서. 합격 기준에 맞는 시험 용접물을 만들기 위해 사용하는 용접 변수와 WPS 검정을 위해 그 용접물에 대해 실시하는 시험 결과는 용접 절차 검정 기록(PQR)에 기록해야 한다. PQR은 텍스트나 표 등 어떤 형식으로든 제시될 수 있다. PQR을 위한 제안 형식은 부속 VIII에 포함되어 있다. WPS는 해당 WPS의 검정을 지원하는 모든 PQR을 참조해야 한다.

6.0 Performance Qualification Requirements / 자격 검정 요건

6.1 General / 일반 사항

6.1.1 This specification addresses the requirements for welder performance qualifications. It does not contain requirements for welding operators or tack welders. Tack welds shall be made by welders qualified in accordance with this specification.

6.1.1 본 시방서에는 용접사 자격 검정 요건이 기술되어 있다. 용접 작업자나 가부착 용접사에 대한 요건은 수록되어 있지 않다. 본 시방서에 따라 자격을 취득한 용접사가 가용접 작업을 수행해야 한다.

6.1.2 Welder qualification on one WPS will also qualify for welding with any other WPS within the performance qualification variables specified in 6.2.

6.1.2 한 WPS에서 용접사 자격을 획득하면 6.2항에 규정된 자격 검정 변수 내에서 다른 WPS를 이용한 용접 자격도 부여된다.

6.1.3 Completion of an acceptable procedure or performance qualification test shall qualify the welder who welded the test weldment within the limits of performance qualification variables specified in 6.2.

6.1.3 허용 가능한 절차 또는 자격 검정 시험을 완료한 후 6.2항에 규정된 자격 검정 변수의 제한 범위 내에서 시험 용접물을 용접한 용접사의 자격을 인정해야 한다.

6.1.4 Qualification on a complete joint penetration groove weld also qualifies the welder for partial joint penetration groove welds and fillet welds. Qualification on a partial joint penetration groove weld qualifies only for partial joint penetration groove welds and fillet welds.

6.1.4 또한, 전체 접합면 용입 그루브 용접에 대한 검정 시험을 통해 부분 접합면 용입 그루브 용접과 필릿 용접에 대해 용접사의 자격을 시험한다. 부분 접합면 용입 그루브 용접에 대한 검정 시험을 통해서만 부분 접합면 용입 그루브 용접과 필릿 용접에 대한 자격만 시험한다.

6.2 Performance Qualification Variables / 자격 검정 변수

A change in any variable listed below from that which was used in a welder's qualification test will require requalification of that welder:

(1) A change in welding process except that welders qualified with GMAW spray, pulsed spray, or globular transfer are also qualified to weld with gas shielded FCAW and vice versa.

(2) The deletion of backing.

(3) A change in filler metal F-Number except as allowed in 6.3.2.2.

(4) A change in base metal except as permitted in 6.3.2.1.

(5) For GTAW, a change from alternating to direct current or vice versa, or a change in polarity.

(6) A change in position from that qualified, except as permitted in 6.3.2.3 .

(7) A change in vertical weld progression from uphill to downhill, or vice versa for any pass except root passes that are completely removed by back gouging or final passes used to dress the final weld surface.

(8) For GMAW, a change from spray transfer, globular transfer, or pulsed spray welding to short-circuiting transfer; or vice versa.

(9) For GMAW or GTAW, omission or addition of consumable inserts, or deletion of root shielding gas except for double welded butt joints, partial penetration groove, and fillet welds.

(10) A change in thickness or diameter from that tested except as permitted in Tables 9 and 10.

용접사 자격 시험에 사용한 변수가 아래에 나열된 변수에서 변경된 경우 해당 용접사의 자격을 다시 검정해야 한다.

(1) 용접 공정의 변경. 단, GMAW 분사, 펄스 분사 또는 구형 이행 자격을 취득한 용접사가 가스 보호 FCAW를 이용한 용접 자격도 있거나 그 반대의 경우는 제외한다.

(2) 백킹의 삭제

(3) 6.3.2.2항에서 허용되는 경우를 제외한 용가재 F 번호의 변경

(4) 6.3.2.1항에서 허용되는 경우를 제외한 모재의 변경

(5) GTAW의 경우 교류에서 직류나 그 반대로의 변화 또는 극성의 변화

(6) 6.3.2.3항에서 허용되는 경우를 제외한 검정 위치에서 벗어나는 위치의 변경

(7) 최종 용접면의 드레싱에 사용되는 백 가우징이나 최종 패스로 완전히 제거되는 루트 패스를 제외하고, 임의의 패스에 대해 상향에서 하향 또는 그 반대로 수직 용접 진행의 변화

(8) GMAW의 경우 분사 이행, 구형 이행 또는 펄스 분사 용접에서 단락 이행으로의 변경 또는 그 반대로의 변경

(9) GMAW 또는 GTAW의 경우 중복 용접 맞대기 접합, 부분 용입 그루브 및 필릿 용접을 제외하고 소모성 삽입재의 생략이나 추가 또는 루트 보호 가스의 삭제

(10) 표 9 및 10에서 허용하는 경우를 제외하고, 시험 대상의 두께 또는 직경 변화

Table 9
Limitations for Performance Qualification on Groove Welds in Pipe and Tube

Test Weldment, mm		Qualifies for Pipe and Plates			
		Minimum Outside Diameter, mm		Maximum Deposit Thickness	
Outside Diameter	Deposit Thickness (t)	Grooves	Fillet	Grooves	Fillet
Less than 25		Size welded	All		
25 through 73		25	All		
Over 73		73	All		
	Less than 19			2t	All
	19 and over			Unlimited	All

t = The thickness of the Weld Deposit, excluding reinforcement.

Note:

For GMAW-S, the maximum weld metal thickness qualified shall not exceed 1.1 times the thickness of weld metal deposited by the GMAW-S process in the qualification test. For base metals 10 mm thick and greater, side bends are required for GMAW-S.

표 9
파이프와 튜브의 그루브 용접에 대한 자격 검정 제한 사항

시험 용접물, mm		파이프와 판재에 대한 검정			
		최소 외경, mm		최대 용착 두께	
외경	용착 두께(t)	그루브	필릿	그루브	필릿
25 미만		용접 크기	모두		
25~73		25	모두		
73 초과		73	모두		
	19 미만			2t	모두
	19 이상			무제한	모두

t = 용접 용착 두께(보강물 제외)

참고:

GMAW-S의 경우 검정 대상 최대 용접 금속 두께가 검정 시험에서 GMAW-S 공정을 통해 용착된 용접 금속 두께의 1.1배를 초과하면 안 된다. 모재 두께가 10mm 이상인 경우 GMAW-S에 측면 굽힘이 필요하다.

Table 10
Limitations for Performance Qualification in Plate Groove Welds

Test Weldment Thickness (T), mm	Qualifies for Plate ^a	
	Deposit Thickness (t), Maximum ^b	Fillet Weld Size
< 19	2t	Unlimited
≥ 19	Unlimited	Unlimited

^a Qualification on plate will also qualify for groove welds in pipe over 600 mm in diameter.

^b For GMAW-S, the maximum weld metal thickness qualified shall not exceed 1.1 times the thickness of weld metal deposited by the GMAW-S process in the qualification test. For base metals 10 mm thick and greater, side bends are required for GMAW-S.

NOTES:

T = The thickness of the Test Weldment Base Metal.

t = The thickness of the Weld Deposit, excluding reinforcement.

표 10
판재 그루브 용접에서의 자격 검정 제한 사항

시험 용접물 두께(T), mm	판재에 대한 검정 ^a	
	용착 두께(t), 최대 ^b	필릿 용접 크기
< 19	2t	무제한
≥ 19	무제한	무제한

^a 판재에 대한 검정 시험에서는 직경 600mm를 초과하는 파이프의 그루브 용접도 검정한다.

^b GMAW-S의 경우 검정 대상 최대 용접 금속 두께가 검정 시험에서 GMAW-S 공정을 통해 용착된 용접 금속 두께의 1.1배를 초과하면 안 된다. 모재 두께가 10mm 이상인 경우 GMAW-S에 측면 굽힘이 필요하다.

참고:

T = 시험 용접물 모재의 두께

t = 용접 용착 두께(보강물 제외)

6.3 Performance Qualification Test Requirements / 자격 검정 시험 요건

6.3.1 Qualification by Standard Test. Qualification requires completion of a standard test weldment in accordance with a qualified WPS, evaluation of the test weldment by the methods listed in Table 11, and acceptance of the weldment in accordance with the criteria of 6.4, Examination Acceptance Criteria. The number of bend tests required for each position and product form is shown in Table 12.

6.3.1 표준 시험에 의한 검정. 검정 시험에서는 승인된 WPS, 표 11에 나열된 방법을 이용한 시험 용접물 평가, 6.4항 시험 합격 기준에 기술된 기준에 따른 용접물 합격 기준에 따라 표준 시험 용접물을 완성해야 한다. 각 위치 및 제품 양식에 필요한 굽힘 시험 횟수는 표 12에 표시되어 있다.

Table 11
Examination Requirements for Performance Qualification

Type of Test	Tube or Sheet Less Than 2 mm	Pipe or Plate Equal to or Greater than 2 mm
	Groove	Groove
Visual Examination	Yes	Yes
Radiography	No	Yes ^a (in lieu of bends)
Bend Test	No	Yes ^{a, b}

^a Radiography may be substituted for bend testing for the SMAW, GTAW, GMAW (except short-circuiting), and FCAW processes, as applicable, for qualifications.

^b See Table 12.

표 11
자격 검정 시험 요건

시험의 유형	2mm 미만의 튜브 또는 시트	2mm 이상의 파이프 또는 판재
	그루브	그루브
육안 검사	예	예
방사선 투과 검사	아니요	예 ^a (굽힘 대신)
굽힘 시험	아니요	예 ^{a, b}

^a 검정 시험을 위해 해당되는 경우 SMAW, GTAW, GMAW(단락 제외) 및 FCAW 공정에 대한 굽힘 시험을 방사선 투과 검사로 대체할 수 있다.

^b 표 12를 참조한다.

Table 12
Number of Bend Tests for Performance Qualification

	Product Form			
	Plate	Pipe	Tube	Sheet
1G	2	2	2	2
2G	2	2	2	2
3G	2	—	—	2
4G	2	—	—	2
5G	—	4	4	—
6G	—	4	4	—

표 12
자격 검정을 위한 굽힘 시험 횟수

	제품 양식			
	판재	파이프	튜브	시트
1G	2	2	2	2
2G	2	2	2	2
3G	2	—	—	2
4G	2	—	—	2
5G	—	4	4	—
6G	—	4	4	—

6.3.2 Test Weldments / Test Weldments

6.3.2.1 Qualification is valid only for metals having the same M-Numbers, except as otherwise permitted in Table 13.

6.3.2.1 검정은 표 13에서 달리 허용하는 경우를 제외하면 같은 M 번호를 가진 금속에 대해서만 유효하다.

6.3.2.2 Tests shall be performed using a filler metal which has an assigned F-Number listed in Annex II. Table 14 provides a matrix showing filler metals which, if used in qualification testing, will qualify that welder to use other filler metals without further testing. A test using a filler metal not assigned an F-Number in Annex II shall qualify only for that filler metal.

6.3.2.2 지정된 F 번호가 부속 II에 나열되어 있는 용가재를 사용하여 시험을 수행해야 한다. 표 14에는 검정 시험에 사용할 경우 용접사가 더 이상의 시험 없이 다른 용가재를 사용하기에 적합한 용가재를 보여주는 매트릭스가 나와 있다. 부속 II에서 F 번호가 지정되지 않은 용가재를 사용한 시험은 그 용가재에 대해서만 적합하다.

6.3.2.3 Test coupons welded in the specific test positions qualify the welder to weld plate or pipe as permitted in Table 15.

6.3.2.3 특정 시험 위치에서 용접한 시험 쿠폰을 통해 표 15에서 허용되는 바에 따라 용접사의 판재 또는 파이프 용접 자격을 확인한다.

6.3.2.4 One or more welding process may be qualified on a single test weldment. Multiple welders may be qualified for specific portions of one test. Failure of any portion of such test weldments constitutes failure for all processes and welders used in that test weldment.

6.3.2.4 단일 시험 용접물을 바탕으로 하나 이상의 용접 공정에 대한 자격을 검정할 수 있다. 한 시험의 특정 부분에 대해 여러 용접사의 자격 검정을 실시할 수 있다. 이런 시험 용접물의 어떤 부분이든 불합격일 경우 그 시험 용접물에 사용된 모든 공정과 관련 용접사가 불합격이 된다.

Table 13
Allowable Base Metals for Performance Qualification

Test Weldment Material ^a	Qualifies for Production Welding Materials
-------------------------------------	--

M-1 through M-11	M-1 through M-11
------------------	------------------

^a If materials not listed in Annex III are used for qualification tests, the welder shall be qualified to weld only on the material used in the test weldment.

표 13
자격 검정용으로 허용되는 모재

시험 용접 재료 ^a	생산용 용접 재료 검정
-----------------------	--------------

M-1~M-11	M-1~M-11
----------	----------

^a 부속 III에 나와 있지 않은 재료를 검정 시험에 사용할 경우 용접사는 시험 용접에 사용되는 재료에 대한 용접 자격만 검정받아야 한다.

Table 14
Allowable Filler Metals for Performance Qualification

Filler Metal Used In Qualification Test	Qualifies a Welder to Use the Filler Metals Listed Below
---	--

F-Number 1 through 5	The F-Number used in the test and any lower F-Number
----------------------	--

F-Number 6 ^a	All F-Number 6 filler metals
-------------------------	------------------------------

^a Deposited solid bare wire, which is not covered by an AWS specification but which conforms to an A-Number analysis in Annex I may be considered classified as F-Number 6.

표 14
자격 검정용으로 허용되는 용가재

검정 시험에 사용되는 용가재	아래에 나열된 용가재를 사용하는 용접사 자격 검정
-----------------	-----------------------------

F 번호 1~5	시험에 사용되는 F 번호와 더 낮은 F 번호
----------	--------------------------

F 번호 6 ^a	모든 F 번호 6 용가재
---------------------	---------------

^a AWS 규격에서는 다루지 않지만 부속 I의 A 번호 분석을 따르는 용착된 중실 비피복 와이어는 F 번호 6으로 분류되는 것으로 간주할 수 있다.

Table 15
Position Limitation for Performance Tests

Weld	Test Positions ^d	Qualified Position ^c		
		Groove		Fillet
	Position	Plate and Pipe Over 600 mm O.D.	Pipe ≤ 600 mm O.D.	Plate and Pipe
Plate Groove	1G	F		F, H
	2G	F, H		F, H
	3G	F, V		F, H, V
	4G	F, O		F, H, O
	3G and 4G	F, V, O		All
	2G, 3G, and 4G	All		All
Plate Fillet	1F	—	—	F
	2F	—	—	F, H
	3F	—	—	F, H, V
	4F	—	—	F, H, O
	3F and 4F	—	—	All
Pipe Groove ^{a,b}	1G	F	F	F, H
	2G	F, H	F, H	F, H
	5G	F, V, O	F, V, O	All
	6G	All	All	All
	2G and 5G	All	All	All
Pipe Fillet	1F	—	—	F
	2F	—	—	F, H
	2FR	—	—	F, H
	4F	—	—	F, H, O
	5F	—	—	All

^aWelders qualified on tubular product forms may weld on both tubular and plate in accordance with any restrictions on diameter contained in other portions of this document.

^bSee Table 9.

^cF = Flat, H = Horizontal, V = Vertical, O = Overhead.

^dWelding test position definitions are as defined in AWS A3.0, "Standard Welding Terms and Definitions".

표 15
자격 시험을 위한 위치 제한

시험 위치 ^d	검정 대상 위치		
	용접	그루브	필릿
위치	외경 600mm 초과 파이프 및 판재	파이프 ≤ 외경 600mm	판재 및 파이프
판재 그루브	1G	F	F, H
	2G	F, H	F, H
	3G	F, V	F, H, V
	4G	F, O	F, H, O
	3G, 4G	F, V, O	모두
	2G, 3G, 4G	모두	모두
판재 필릿	1F	—	F
	2F	—	F, H
	3F	—	F, H, V
	4F	—	F, H, O
	3F, 4F	—	모두
파이프 그루브 ^{a,b}	1G	F	F, H
	2G	F, H	F, H
	5G	F, V, O	F, V, O
	6G	모두	모두
	2G, 5G	모두	모두
파이프 필릿	1F	—	F
	2F	—	F, H
	2FR	—	F, H
	4F	—	F, H, O
	5F	—	모두

^a 튜브형 제품 양식에 대한 자격이 있는 용접사는 이 문서의 다른 부분에 나와 있는 직경에 대한 제한 사항에 따라 튜브 및 판재를 모두 용접할 수 있다.

^b 표 9를 참조한다.

^c F = 평탄, H = 수평, V = 수직, O = 오버헤드.

^d 용접 시험 위치는 AWS A3.0, “표준 용접 용어 및 정의”에 정의되어 있다.

6.4 Performance Qualification Acceptance Criteria / 자격 검정 합격 기준

6.4.1 Visual. Examination procedures and acceptance criteria shall be as specified in the following paragraphs.

6.4.1.1 Visual Examination Procedure. The test weld may be examined visually at any time, and the test terminated at any stage if the necessary skills are not exhibited. The completed test weld shall be visually examined.

6.4.1.2 Visual Examination Acceptance Criteria. Acceptance criteria for visual examination of standard test plate and pipe weldments shall be as follows:

- (1) No cracks or incomplete fusion.
- (2) No incomplete joint penetration in groove welds, except where partial joint penetration groove welds are specified.
- (3) Undercut depth shall not exceed the lesser of 10% of the base metal thickness or 0.8 mm.
- (4) Face reinforcement or root reinforcement shall not exceed 3 mm.
- (5) No single pore shall exceed 2.5 mm diameter.

6.4.1 육안 검사. 검사 절차와 합격 기준은 다음 단락에 지정된 바에 따라야 한다.

6.4.1.1 육안 검사 절차. 시험 용접물은 언제든지 육안으로 검사할 수 있고 필요한 기량이 드러나지 않을 경우 어떤 단계에서든 용접을 종료할 수 있다. 완성된 시험 용접물을 육안으로 검사해야 한다.

6.4.1.2 육안 검사 합격 기준. 표준 시험 판재 및 파이프 용접물의 육안 검사 합격 기준은 다음과 같다.

- (1) 균열 또는 불완전 용융이 없다.
- (2) 부분 접합부 용입 그루브 용접이 지정된 경우를 제외하고, 그루브 용접에서 불완전 접합부 용입이 없다.
- (3) 언더컷 깊이가 모재 두께의 10% 또는 0.8mm 중 작은 값을 초과하면 안 된다.
- (4) 표면 보강물 또는 루트 보강물이 3mm를 초과하면 안 된다.
- (5) 단일 기공의 직경이 2.5mm를 초과하면 안 된다.

6.4.2 Bend Tests. Bend testing requirements and acceptance criteria are as specified in 5.3.1(2) and 5.4.2.

6.4.2 굽힘 시험. 굽힘 시험 요건과 합격 기준은 5.3.1(2) 및 5.4.2에 규정된 바에 따른다.

6.5 Performance Qualification Documentation / 자격 검정 문서

The qualification test for each welder shall be documented for both acceptable and unacceptable tests. There is no required format for Welder Performance Qualification Test Records (WQTR). Any WQTR form may be used. See Annex IX for a suggested format. The documentation shall:

- (1) Identify the WPS used;
- (2) Address each of the qualification variables in 6.2;
- (3) Identify test and examination methods used and results; and
- (4) Identify the limits of qualification for the welder.

각 용접사에 대한 자격 검정 시험은 합격 및 불합격 시험 모두 문서화해야 한다. 용접사 자격 시험 기록(WQTR)을 위한 필수 형식은 따로 없다. 어떤 WQTR 양식이든 사용할 수 있다. 추천 형식은 부속 IX를 참조한다. 문서에 기록해야 할 사항은 다음과 같다.

- (1) 사용한 WPS를 분명히 기록한다.
- (2) 6.2항에 나와 있는 각 검정 변수에 대해 기록한다.
- (3) 사용한 테스트 및 시험 방법과 그 결과를 기록한다.
- (4) 용접사의 자격 제한 사항을 식별한다.

Annex I (Normative) – A Number Table**Classification of Ferrous Weld Metal for Procedure Qualification**

A-No.	Type of Weld Metal	Chemical Composition, wt %					
		C	Cr	Mo	Ni	Mn	Si
1	Low-carbon	0.20	0.20	0.30	0.50	1.60	1.00
2	Carbon-Molybdenum	0.15	0.50	0.40–0.65	0.50	1.60	1.00
3	Chromium-Molybdenum	0.15	0.40–2.00	0.40–0.65	0.50	1.60	1.00
4	Chromium-Molybdenum	0.15	2.00–4.00	0.40–1.50	0.50	1.60	2.00
5	Chromium-Molybdenum	0.15	4.00–10.5	0.40–1.50	0.80	1.20	2.00
6	Chromium, martensitic	0.15	11.00–15.0	0.70	0.80	2.00	1.00
7	Chromium, ferritic	0.15	11.00–30.0	1.00	0.80	1.00	3.00
8	Chromium-Nickel	0.15	14.50–30.0	4.00	7.50–15.00	2.50	1.00
9	Chromium-Nickel	0.30	19.0–30.0	6.00	15.0–37.00	2.50	1.00
10	Nickel	0.15	0.50	0.55	0.80–4.00	1.70	1.00
11	Manganese-Molybdenum	0.17	0.50	0.25–0.75	0.85	1.25–2.25	1.00
12	Nickel-Chromium-Molybdenum	0.15	1.50	0.25–0.80	1.25–2.80	0.75–2.25	1.00

Note:

Single values in this table are maximum values.

부속 I (표준) - A 번호 표

절차 검정 시험을 위한 철계 용접 금속의 분류

A-번호	용접 금속의 유형	화학적 조성, wt %					
		C	Cr	Mo	Ni	Mn	Si
1	저탄소	0.20	0.20	0.30	0.50	1.60	1.00
2	탄소-몰리브덴	0.15	0.50	0.40-0.65	0.50	1.60	1.00
3	크롬-몰리브덴	0.15	0.40-2.00	0.40-0.65	0.50	1.60	1.00
4	크롬-몰리브덴	0.15	2.00-4.00	0.40-1.50	0.50	1.60	2.00
5	크롬-몰리브덴	0.15	4.00-10.5	0.40-1.50	0.80	1.20	2.00
6	크롬, 마르텐사이트	0.15	11.00-15.0	0.70	0.80	2.00	1.00
7	크롬, 페라이트	0.15	11.00-30.0	1.00	0.80	1.00	3.00
8	크롬-니켈	0.15	14.50-30.0	4.00	7.50-15.00	2.50	1.00
9	크롬-니켈	0.30	19.0-30.0	6.00	15.0-37.00	2.50	1.00
10	니켈	0.15	0.50	0.55	0.80-4.00	1.70	1.00
11	망간-몰리브덴	0.17	0.50	0.25-0.75	0.85	1.25-2.25	1.00
12	니켈-크롬-몰리브덴	0.15	1.50	0.25-0.80	1.25-2.80	0.75-2.25	1.00

참고:

이 표에 단일 값으로 제시된 값들은 최대값이다.

Annex II (Normative) – F Number Table

Grouping of Welding Electrodes and Rods for Qualification		
F-No.	AWS Specification	AWS Classification
Steel		
1	A5.1	EXX20, EXX22, EXX24, EXX27, EXX28
1	A5.4	EXXX(X)-26
1	A5.5	EXX20-XX, EXX27-XX
2	A5.1	EXX12, EXX13, EXX14, EXX19
2	A5.5	E(X)XX13-XX
3	A5.1	EXX10, EXX11
3	A5.5	E(X)XX10-XX, E(X)XX11-XX
4	A5.1	EXX15, EXX16, EXX18, EXX18M, EXX48
4	A5.4 other than austenitic and duplex	EXXX(X)-15, EXXX(X)-16, EXXX(X)-17
4	A5.5	E(X)XX15-XX, E(X)XX16-XX, E(X)XX18-XX, E(X)XX18M, E(X)XX18M1, E(X)XX45-P2
5	A5.4 austenitic and duplex	EXXX(X)-15, EXXX(X)-16, EXXX(X)-17
6	A5.9	All Classifications
6	A5.18	All Classifications
6	A5.20	All Classifications
6	A5.22	All Classifications
6	A5.28	All Classifications
6	A5.29	All Classifications
6	A5.30	INMs-X, IN5XX, IN3XX(X)

부속 II (표준) - F 번호 표

검정용 용접 전극 및 용접봉의 분류

F-No.	AWS 규격	AWS 분류
강철		
1	A5.1	EXX20, EXX22, EXX24, EXX27, EXX28
1	A5.4	EXXX(X)-26
1	A5.5	EXX20-XX, EXX27-XX
2	A5.1	EXX12, EXX13, EXX14, EXX19
2	A5.5	E(X)XX13-XX
3	A5.1	EXX10, EXX11
3	A5.5	E(X)XX10-XX, E(X)XX11-XX
4	A5.1	EXX15, EXX16, EXX18, EXX18M, EXX48
4	A5.4 오스테나이트와 듀플렉스 구조 제외	EXXX(X)-15, EXXX(X)-16, EXXX(X)-17
4	A5.5	E(X)XX15-XX, E(X)XX16-XX, E(X)XX18-XX, E(X)XX18M, E(X)XX18M1, E(X)XX45-P2
5	A5.4 오스테나이트와 듀플렉스	EXXX(X)-15, EXXX(X)-16, EXXX(X)-17
6	A5.9	모든 등급
6	A5.18	모든 등급
6	A5.20	모든 등급
6	A5.22	모든 등급
6	A5.28	모든 등급
6	A5.29	모든 등급
6	A5.30	INMs-X, IN5XX, IN3XX(X)

Annex III-A (Normative)

List of Base Metal Specifications—Ferrous Alloys

Standard	Base Metal Specification	Material Number	Group Number	Type, Grade, or Alloy Designation	UNS Number	Product Form
Steel and Steel Alloys						
ASTM	A 36	1	1	A 36	K02599	Plate & Bars
ASTM	A 36	1	1	A 36	K02598	Plate & Bars
ASTM	A 36	1	1	A 36	K02597	Plate & Bars
ASTM	A 36	1	1	A 36	K02596	Plate & Bars
ASTM	A 106	1	1	Grade B	K03006	Seamless Pipe
ASTM	A 106	1	2	Grade C	K03501	Seamless Pipe
ASTM	A 202	4	1	Grade A	K11742	Plate
ASTM	A 202	4	1	Grade B	K12542	Plate
ASTM	A 203	9A	1	Grade A	K21703	Plate
ASTM	A 203	9A	1	Grade B	K22103	Plate
ASTM	A 203	9B	1	Grade D	K31718	Plate
ASTM	A 203	9B	1	Grade E	K32018	Plate
ASTM	A 204	3	1	Grade A	K11820	Plate
ASTM	A 204	3	2	Grade B	K12020	Plate
ASTM	A 204	3	2	Grade C	K12320	Plate
ASTM	A 225	10A	1	Grade C	K12524	Plate
ASTM	A 225	10A	1	Grade D	—	Plate
ASTM	A 240	6	1	Type 410	S41000	Plate
ASTM	A 240	6	2	Type 429	S42900	Plate
ASTM	A 240	6	4	Grade S41500	S41500	Plate
ASTM	A 240	7	1	Type 405	S40500	Plate
ASTM	A 240	7	1	Type 409	S40900	Plate
ASTM	A 240	7	1	Type 410S	S41008	Plate
ASTM	A 240	7	2	Type 18-2	S44400	Plate
ASTM	A 240	7	2	Type 430	S43000	Plate
ASTM	A 240	8	2	S30815	S30815	Plate, Sheet & Strip
ASTM	A 312	8	1	TP304	S30400	Seamless & Welded Pipe
ASTM	A 312	8	1	TP304L	S30403	Seamless & Welded Pipe
ASTM	A 312	8	1	TP316	S31600	Seamless & Welded Pipe
ASTM	A 312	8	1	TP316L	S31603	Seamless & Welded Pipe
ASTM	A 312	8	3	TPXM-19	S20910	Seamless & Welded Pipe
ASTM	A 312	8	3	TP-11	S21904	Seamless & Welded Pipe
ASTM	A 312	8	4	317LM	S31725	Seamless & Welded Pipe
ASTM	A 312	8	4	S31254	S31254	Seamless & Welded Pipe
ASTM	A 333	4	2	Grade 4	K11267	Pipe
ASTM	A 333	9A	1	Grade 7	K21903	Pipe
ASTM	A 333	9A	1	Grade 9	K22035	Pipe
ASTM	A 333	9B	1	Grade 3	K31918	Pipe
ASTM	A 335	4	1	Grade P11	K11597	Pipe
ASTM	A 335	4	1	Grade P12	K11562	Pipe
ASTM	A 335	5B	2	Grade P91	K91560	Seamless Pipe
ASTM	A 353	11A	1		K81340	Plate
ASTM	A 369	3	1	Grade FP1	K11522	Forged Pipe
ASTM	A 387	3	2	Grade 2, Class 2	K12143	Plate
ASTM	A 387	5A	1	Grade 21, Class 1	K31545	Plate

부속 III-A(표준)

모재 규격 목록—철 합금

표준	모재 규격	재료 번호	그룹 번호	유형, 등급 또는 합금 명칭	UNS 번호	제품 양식
강철 및 강철 합금						
ASTM	A 36	1	1	A 36	K02599	판재 및 막대
ASTM	A 36	1	1	A 36	K02598	판재 및 막대
ASTM	A 36	1	1	A 36	K02597	판재 및 막대
ASTM	A 36	1	1	A 36	K02596	판재 및 막대
ASTM	A 106	1	1	등급 B	K03006	이음매 없는 파이프
ASTM	A 106	1	2	등급 C	K03501	이음매 없는 파이프
ASTM	A 202	4	1	등급 A	K11742	판재
ASTM	A 202	4	1	등급 B	K12542	판재
ASTM	A 203	9A	1	등급 A	K21703	판재
ASTM	A 203	9A	1	등급 B	K22103	판재
ASTM	A 203	9B	1	등급 D	K31718	판재
ASTM	A 203	9B	1	등급 E	K32018	판재
ASTM	A 204	3	1	등급 A	K11820	판재
ASTM	A 204	3	2	등급 B	K12020	판재
ASTM	A 204	3	2	등급 C	K12320	판재
ASTM	A 225	10A	1	등급 C	K12524	판재
ASTM	A 225	10A	1	등급 D	—	판재
ASTM	A 240	6	1	유형 410	S41000	판재
ASTM	A 240	6	2	유형 429	S42900	판재
ASTM	A 240	6	4	등급 S41500	S41500	판재
ASTM	A 240	7	1	유형 405	S40500	판재
ASTM	A 240	7	1	유형 409	S40900	판재
ASTM	A 240	7	1	유형 410S	S41008	판재
ASTM	A 240	7	2	유형 18-2	S44400	판재
ASTM	A 240	7	2	유형 430	S43000	판재
ASTM	A 240	8	2	S30815	S30815	판재, 시트 및 스트립
ASTM	A 312	8	1	TP304	S30400	이음매 없는 파이프와 용접된 파이프
ASTM	A 312	8	1	TP304L	S30403	이음매 없는 파이프와 용접된 파이프
ASTM	A 312	8	1	TP316	S31600	이음매 없는 파이프와 용접된 파이프
ASTM	A 312	8	1	TP316L	S31603	이음매 없는 파이프와 용접된 파이프
ASTM	A 312	8	3	TPXM-19	S20910	이음매 없는 파이프와 용접된 파이프
ASTM	A 312	8	3	TP-11	S21904	이음매 없는 파이프와 용접된 파이프
ASTM	A 312	8	4	317LM	S31725	이음매 없는 파이프와 용접된 파이프
ASTM	A 312	8	4	S31254	S31254	이음매 없는 파이프와 용접된 파이프
ASTM	A 333	4	2	등급 4	K11267	파이프
ASTM	A 333	9A	1	등급 7	K21903	파이프
ASTM	A 333	9A	1	등급 9	K22035	파이프
ASTM	A 333	9B	1	등급 3	K31918	파이프
ASTM	A 335	4	1	등급 P11	K11597	파이프
ASTM	A 335	4	1	등급 P12	K11562	파이프
ASTM	A 335	5B	2	등급 P91	K91560	이음매 없는 파이프
ASTM	A 353	11A	1		K81340	판재
ASTM	A 369	3	1	등급 FP1	K11522	단조 파이프
ASTM	A 387	3	2	등급 2, 클래스 2	K12143	판재
ASTM	A 387	5A	1	등급 21, 클래스 1	K31545	판재

List of Base Metal Specifications—Ferrous Alloys

Standard	Base Metal Specification	Material Number	Group Number	Type, Grade, or Alloy Designation	UNS Number	Product Form
Steel and Steel Alloys						
ASTM	A 387	5A	1	Grade 21, Class 2	K31545	Plate
ASTM	A 387	5B	1	Grade 5, Class 1	K41545	Plate
ASTM	A 387	5B	1	Grade 5, Class 2	K41545	Plate
ASTM	A 387	5B	2	Grade 91, Class 2	S50460	Plate
ASTM	A 420	11A	1	Grade WPL8	K81340	Pipe
ASTM	A 514	11B	1	Grade A	K11856	Plate
ASTM	A 514	11B	2	Grade E	K11856	Plate
ASTM	A 516	1	1	Grade 55	K01800	Plate
ASTM	A 516	1	1	Grade 65	K02403	Plate
ASTM	A 516	1	2	Grade 70	K02700	Plate
ASTM	A 517	11B	1	Grade A	K11856	Plate
ASTM	A 517	11B	2	Grade E	K21604	Plate
ASTM	A 533	3	3	Type A, Class 1	K12521	Plate
ASTM	A 533	3	3	Type A, Class 2	K12521	Plate
ASTM	A 533	3	3	Type B, Class 1	K12539	Plate
ASTM	A 533	3	3	Type B, Class 2	K12539	Plate
ASTM	A 533	11A	4	Grade A, Class 3	K12521	Plate
ASTM	A 533	11A	4	Grade B, Class 3	K12539	Plate
ASTM	A 543	11A	5	Type B, Class 1	K42339	Plate
ASTM	A 543	11A	5	Type B, Class 3	K42339	Plate
ASTM	A 542	5C	3	Type A, Class 3	K21590	Plate
ASTM	A 542	5C	4	Type A, Class 1	K21590	Plate
ASTM	A 542	5C	5	Type A, Class 2	K21590	Plate
ASTM	A 612	10C	1	—	K02900	Plate
ASTM	A 645	11A	2	—	K41583	Plate
ASTM	A 709	11B	1	Grade 100, Type A	K11856	Plate & Shapes
ASTM	A 709	11B	1	Grade 100W, Type A	K11856	Plate & Shapes
ASTM	A 709	11B	2	Grade 100, Type E	K21604	Plate & Shapes
ASTM	A 709	11B	2	Grade 100W, Type E	K21604	Plate & Shapes
ASTM	A 832	5C	1	Grade 21V	K31830	
ASTM	A 871	3	2	Grade 60	—	Plate
ASTM	A 945	3	2	Grade 65	—	Plate
API	5L	1	1	Grade X42	—	Pipe
API	5L	1	2	Grade X52	—	Pipe
API	5L	1	2	Grade X60	—	Pipe
API	5L	1	4	Grade X80	—	Pipe

모재 규격 목록—철 합금

표준	모재 규격	재료 번호	그룹 번호	유형, 등급 또는 합금 명칭	UNS 번호	제품 양식
강철 및 강철 합금						
ASTM	A 387	5A	1	등급 21, 클래스 2	K31545	판재
ASTM	A 387	5B	1	등급 5, 클래스 1	K41545	판재
ASTM	A 387	5B	1	등급 5, 클래스 2	K41545	판재
ASTM	A 387	5B	2	등급 91, 클래스 2	S50460	판재
ASTM	A 420	11A	1	등급 WPL8	K81340	파이프
ASTM	A 514	11B	1	등급 A	K11856	판재
ASTM	A 514	11B	2	등급 E	K11856	판재
ASTM	A 516	1	1	등급 55	K01800	판재
ASTM	A 516	1	1	등급 65	K02403	판재
ASTM	A 516	1	2	등급 70	K02700	판재
ASTM	A 517	11B	1	등급 A	K11856	판재
ASTM	A 517	11B	2	등급 E	K21604	판재
ASTM	A 533	3	3	유형 A, 클래스 1	K12521	판재
ASTM	A 533	3	3	유형 A, 클래스 2	K12521	판재
ASTM	A 533	3	3	유형 B, 클래스 1	K12539	판재
ASTM	A 533	3	3	유형 B, 클래스 2	K12539	판재
ASTM	A 533	11A	4	등급 A, 클래스 3	K12521	판재
ASTM	A 533	11A	4	등급 B, 클래스 3	K12539	판재
ASTM	A 543	11A	5	유형 B, 클래스 1	K42339	판재
ASTM	A 543	11A	5	유형 B, 클래스 3	K42339	판재
ASTM	A 542	5C	3	유형 A, 클래스 3	K21590	판재
ASTM	A 542	5C	4	유형 A, 클래스 1	K21590	판재
ASTM	A 542	5C	5	유형 A, 클래스 2	K21590	판재
ASTM	A 612	10C	1	—	K02900	판재
ASTM	A 645	11A	2	—	K41583	판재
ASTM	A 709	11B	1	등급 100, 유형 A	K11856	판재 및 형상
ASTM	A 709	11B	1	등급 100W, 유형 A	K11856	판재 및 형상
ASTM	A 709	11B	2	등급 100, 유형 E	K21604	판재 및 형상
ASTM	A 709	11B	2	등급 100W, 유형 E	K21604	판재 및 형상
ASTM	A 832	5C	1	등급 21V	K31830	
ASTM	A 871	3	2	등급 60	—	판재
ASTM	A 945	3	2	등급 65	—	판재
API	5L	1	1	등급 X42	—	파이프
API	5L	1	2	등급 X52	—	파이프
API	5L	1	2	등급 X60	—	파이프
API	5L	1	4	등급 X80	—	파이프

M-Number Listing of Base Metals—Ferrous Alloys

Material Number	Group Number	Standard	Base Metal Specifications	Type, Grade, or Alloy Designation	UNS Number	Thickness Limitations mm	Minimum Tensile/Yield Strength, MPa	Product Form	Nominal Composition
Steel and Steel Alloys									
1	1	ASTM	A 36	A 36	K02595	≤20	400/250	Plate & Bars	C-Mn-Si
1	1	ASTM	A 36	A 36	K02596	>20≤40	400/250	Plate & Bars	C-Mn-Si
1	1	ASTM	A 36	A 36	K02597	>40≤65	400/250	Plate & Bars	C-Mn-Si
1	1	ASTM	A 36	A 36	K02596	>65≤100	400/250	Plate & Bars	C-Mn-Si
1	1	ASTM	A106	Grade B	K03006	—	415/240	Seamless Pipe	C-Mn-Si
1	1	ASTM	A 516	Grade 55	K01800	—	380/205	Plate	C-Mn-Si
1	1	ASTM	A 516	Grade 65	K02403	—	450/240	Plate	C-Mn-Si
1	1	API	5L	Grade X42	—	—	415/290	Pipe	C-Mn
1	2	ASTM	A 106	Grade C	K03501	—	485/275	Seamless Pipe	C-Mn-Si
1	2	ASTM	A 516	Grade 70	K02700	—	485/260	Plate	C-Mn-Si
1	1	API	5L	Grade X52	—	—	460/360	Pipe	C-Mn
1	2	API	5L	Grade X60	—	—	515/415	Pipe	C-Mn-Cb-V-Ti
1	4	API	5L	Grade X80	—	—	625/550	Pipe	C-Mn
3	1	ASTM	A 204	Grade A	K11820	—	450/255	Plate	C-0.5Mo
3	1	ASTM	A 369	Grade FP1	K11522	—	380/205	Pipe	C-0.5Mo
3	2	ASTM	A 204	Grade B	K12020	—	485/275	Plate	C-0.5Mo
3	2	ASTM	A 204	Grade C	K12320	—	515/295	Plate	C-0.5Mo
3	2	ASTM	A 387	Grade 2, Class 2	K12143	—	485/310	Plate	0.5Cr-0.5Mo
3	2	ASTM	A 871	Grade 60	—	—	515/415	Plate	C-Mn-Ni-Cu-Cr-V
3	2	ASTM	A 945	Grade 65	—	—	540/450	Plate	LowC-Mn
3	3	ASTM	A 533	Type A, Class 1	K12521	—	550/345	Plate	Mn-0.5Mo
3	3	ASTM	A 533	Type A, Class 2	K12521	—	620/485	Plate	Mn-0.5Mo
3	3	ASTM	A 533	Type B, Class 1	K12539	—	550/345	Plate	Mn-0.5Mo-0.5Ni
3	3	ASTM	A 533	Type B, Class 2	K12539	—	620/485	Plate	Mn-0.5Mo-0.5Ni

모재의 M 번호 목록—철 합금

재료 번호	그룹 번호	표준	모재 규격	유형, 등급 또는 합금 명칭	UNS 번호	두께 제한 mm	최소 인장/항복 강도, MPa	제품 양식	공칭 조성
강철 및 강철 합금									
1	1	ASTM	A 36	A 36	K02595	≤20	400/250	판재 및 막대	C-Mn-Si
1	1	ASTM	A 36	A 36	K02596	>20≤40	400/250	판재 및 막대	C-Mn-Si
1	1	ASTM	A 36	A 36	K02597	>40≤65	400/250	판재 및 막대	C-Mn-Si
1	1	ASTM	A 36	A 36	K02596	>65≤100	400/250	판재 및 막대	C-Mn-Si
1	1	ASTM	A106	등급 B	K03006	—	415/240	이음매 없는 파이프	C-Mn-Si
1	1	ASTM	A 516	등급 55	K01800	—	380/205	판재	C-Mn-Si
1	1	ASTM	A 516	등급 65	K02403	—	450/240	판재	C-Mn-Si
1	1	API	5L	등급 X42	—	—	415/290	파이프	C-Mn
1	2	ASTM	A 106	등급 C	K03501	—	485/275	이음매 없는 파이프	C-Mn-Si
1	2	ASTM	A 516	등급 70	K02700	—	485/260	판재	C-Mn-Si
1	1	API	5L	등급 X52	—	—	460/360	파이프	C-Mn
1	2	API	5L	등급 X60	—	—	515/415	파이프	C-Mn-Cb-V-Ti
1	4	API	5L	등급 X80	—	—	625/550	파이프	C-Mn
3	1	ASTM	A 204	등급 A	K11820	—	450/255	판재	C-0.5Mo
3	1	ASTM	A 369	등급 FP1	K11522	—	380/205	파이프	C-0.5Mo
3	2	ASTM	A 204	등급 B	K12020	—	485/275	판재	C-0.5Mo
3	2	ASTM	A 204	등급 C	K12320	—	515/295	판재	C-0.5Mo
3	2	ASTM	A 387	등급 2, 클래스 2	K12143	—	485/310	판재	0.5Cr-0.5Mo
3	2	ASTM	A 871	등급 60	—	—	515/415	판재	C-Mn-Ni-Cu-Cr-V
3	2	ASTM	A 945	등급 65	—	—	540/450	판재	LowC-Mn
3	3	ASTM	A 533	유형 A, 클래스 1	K12521	—	550/345	판재	Mn-0.5Mo
3	3	ASTM	A 533	유형 A, 클래스 2	K12521	—	620/485	판재	Mn-0.5Mo
3	3	ASTM	A 533	유형 B, 클래스 1	K12539	—	550/345	판재	Mn-0.5Mo-0.5Ni
3	3	ASTM	A 533	유형 B, 클래스 2	K12539	—	620/485	판재	Mn-0.5Mo-0.5Ni

69

AWS CWI Practical BOS: 2017 /
AWS CWI 실습 BOS: 2017

부속 III-B(표준)
모재 규격 및 M 번호 표

ANNEX III-B /
ANNEX III-B / 부속 III-B

4	1	ASTM	A 202	Grade A	K11742	—	515/310	Plate	0.5Cr-1.25Mn-Si
4	1	ASTM	A 202	Grade B	K12542	—	585/325	Plate	0.5Cr-1.25Mn-Si
4	1	ASTM	A 335	Grade P11	K11597	—	415/205	Pipe	1.25Cr-0.5Mo-Si
4	1	ASTM	A 335	Grade P12	K11562	—	415/220	Pipe	1Cr-0.5Mo
4	2	ASTM	A 333	Grade 4	K11267	—	415/240	Pipe	0.75Cr-0.75Ni-Cu-Al
5A	1	ASTM	A 387	Grade 21, Class 1	K31545	—	415/205	Plate	3Cr-1Mo
5A	1	ASTM	A 387	Grade 21, Class 2	K31545	—	515/310	Plate	3Cr-1Mo
5B	1	ASTM	A 387	Grade 5, Class 1	K41545	—	415/205	Plate	5Cr-0.5Mo
5B	1	ASTM	A 387	Grade 5, Class 2	K41545	—	515/310	Plate	5Cr-0.5Mo
5B	2	ASTM	A 335	Grade P91	K91560	—	585/415	Seamless Pipe	9Cr-1Mo-V
5B	2	ASTM	A 387	Grade 91, Class 2	S50460	—	585/415	Plate	9Cr-1Mo-V
5C	1	ASTM	A 832	Grade 21V	K31830	—	585/415	Plate	3Cr-1Mo-0.25V
5C	3	ASTM	A 542	Type A, Class 3	K21590	—	655/515	Plate	2.25Cr-1Mo
5C	4	ASTM	A 542	Type A, Class 1	K21590	—	725/585	Plate	2.25Cr-1Mo
5C	5	ASTM	A 542	Type A, Class 2	K21590	—	795/690	Plate	2.25Cr-1Mo
6	1	ASTM	A 240	Type 410	S41000	—	450/205	Plate	13Cr
6	2	ASTM	A 240	Type 429	S42900	—	450/205	Plate	15Cr
6	4	ASTM	A 240	S41500	S41500	—	795/620	Plate	13Cr-4.5Ni-Mo
7	1	ASTM	A 240	Type 405	S40500	—	415/170	Plate	12Cr-1Al
7	1	ASTM	A 240	Type 409	S40900	—	380/170	Plate	11Cr-Ti
7	1	ASTM	A 240	Type 410S	S41008	—	415/205	Plate	13Cr
7	2	ASTM	A 240	Type 18-2	S44400	—	415/275	Plate	18Cr-2Mo
7	2	ASTM	A 240	Type 430	S43000	—	450/205	Plate	17Cr
8	1	ASTM	A 312	TP304	S30400	—	515/205	Seamless & Welded Pipe	18Cr-8Ni
8	1	ASTM	A 312	TP304L	S30403	—	485/170	Seamless & Welded Pipe	18Cr-8Ni
8	1	ASTM	A 312	TP316	S31600	—	515/205	Seamless & Welded Pipe	16Cr-12Ni-2Mo
8	1	ASTM	A 312	TP316L	S31603	—	485/170	Seamless & Welded Pipe	16Cr-12Ni-2Mo
8	2	ASTM	A 240	S30815	S30815	<3	600/310	Plate, Sheet & Strip	21Cr-11Ni-N
8	3	ASTM	A 312	TP-11	S21904	—	620/345	Seamless & Welded Pipe	21Cr-6Ni-9Mn
8	3	ASTM	A 312	TPXM-19	S20910	—	690/380	Seamless & Welded Pipe	22Cr-13Ni-5Mn
8	4	ASTM	A 312	S31254	S31254	—	650/305	Seamless & Welded Pipe	20Cr-18Ni-6Mo
8	4	ASTM	A 312	317LM	S31725	—	515/205	Seamless & Welded Pipe	19Cr-15Ni-4Mo

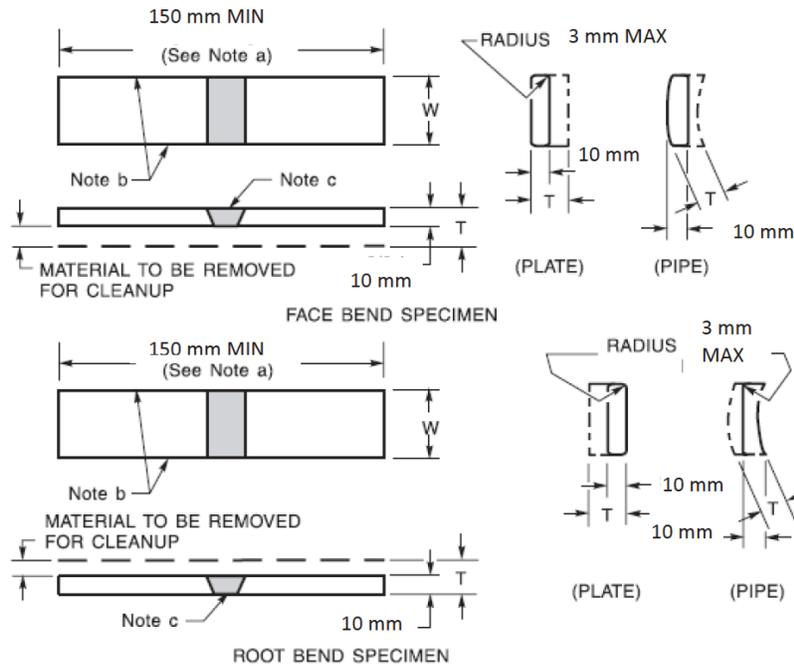
4	1	ASTM	A 202	등급 A	K11742	—	515/310	판재	0.5Cr-1.25Mn-Si
4	1	ASTM	A 202	등급 B	K12542	—	585/325	판재	0.5Cr-1.25Mn-Si
4	1	ASTM	A 335	등급 P11	K11597	—	415/205	파이프	1.25Cr-0.5Mo-Si
4	1	ASTM	A 335	등급 P12	K11562	—	415/220	파이프	1Cr-0.5Mo
4	2	ASTM	A 333	등급 4	K11267	—	415/240	파이프	0.75Cr-0.75Ni-Cu-Al
5A	1	ASTM	A 387	등급 21, 클래스 1	K31545	—	415/205	판재	3Cr-1Mo
5A	1	ASTM	A 387	등급 21, 클래스 2	K31545	—	515/310	판재	3Cr-1Mo
5B	1	ASTM	A 387	등급 5, 클래스 1	K41545	—	415/205	판재	5Cr-0.5Mo
5B	1	ASTM	A 387	등급 5, 클래스 2	K41545	—	515/310	판재	5Cr-0.5Mo
5B	2	ASTM	A 335	등급 P91	K91560	—	585/415	이음매 없는 파이프	9Cr-1Mo-V
5B	2	ASTM	A 387	등급 91, 클래스 2	S50460	—	585/415	판재	9Cr-1Mo-V
5C	1	ASTM	A 832	등급 21V	K31830	—	585/415	판재	3Cr-1Mo-0.25V
5C	3	ASTM	A 542	유형 A, 클래스 3	K21590	—	655/515	판재	2.25Cr-1Mo
5C	4	ASTM	A 542	유형 A, 클래스 1	K21590	—	725/585	판재	2.25Cr-1Mo
5C	5	ASTM	A 542	유형 A, 클래스 2	K21590	—	795/690	판재	2.25Cr-1Mo
6	1	ASTM	A 240	유형 410	S41000	—	450/205	판재	13Cr
6	2	ASTM	A 240	유형 429	S42900	—	450/205	판재	15Cr
6	4	ASTM	A 240	S41500	S41500	—	795/620	판재	13Cr-4.5Ni-Mo
7	1	ASTM	A 240	유형 405	S40500	—	415/170	판재	12Cr-1Al
7	1	ASTM	A 240	유형 409	S40900	—	380/170	판재	11Cr-Ti
7	1	ASTM	A 240	유형 410S	S41008	—	415/205	판재	13Cr
7	2	ASTM	A 240	유형 18-2	S44400	—	415/275	판재	18Cr-2Mo
7	2	ASTM	A 240	유형 430	S43000	—	450/205	판재	17Cr
8	1	ASTM	A 312	TP304	S30400	—	515/205	이음매 없는 파이프와 용접된 파이프	18Cr-8Ni
8	1	ASTM	A 312	TP304L	S30403	—	485/170	이음매 없는 파이프와 용접된 파이프	18Cr-8Ni
8	1	ASTM	A 312	TP316	S31600	—	515/205	이음매 없는 파이프와 용접된 파이프	16Cr-12Ni-2Mo
8	1	ASTM	A 312	TP316L	S31603	—	485/170	이음매 없는 파이프와 용접된 파이프	16Cr-12Ni-2Mo
8	2	ASTM	A 240	S30815	S30815	<3	600/310	판재, 시트 및 스트립	21Cr-11Ni-N
8	3	ASTM	A 312	TP-11	S21904	—	620/345	이음매 없는 파이프와 용접된 파이프	21Cr-6Ni-9Mn
8	3	ASTM	A 312	TPXM-19	S20910	—	690/380	이음매 없는 파이프와 용접된 파이프	22Cr-13Ni-5Mn
8	4	ASTM	A 312	S31254	S31254	—	650/305	이음매 없는 파이프와 용접된 파이프	20Cr-18Ni-6Mo
8	4	ASTM	A 312	317LM	S31725	—	515/205	이음매 없는 파이프와 용접된 파이프	19Cr-15Ni-4Mo

9A	1	ASTM	A 203	Grade A	K21703	—	450/255	Plate	2.5Ni
9A	1	ASTM	A 203	Grade B	K22103	—	485/275	Plate	2.5Ni
9A	1	ASTM	A 333	Grade 7	K21903	—	450/240	Pipe	2.5Ni
9A	1	ASTM	A 333	Grade 9	K22035	—	435/315	Pipe	2Ni-1Cu
9B	1	ASTM	A 203	Grade D	K31718	—	450/255	Plate	3.5Ni
9B	1	ASTM	A 203	Grade E	K32018	—	485/275	Plate	3.5Ni
9B	1	ASTM	A 333	Grade 3	K31918	—	450/240	Pipe	3.5Ni
10A	1	ASTM	A 225	Grade C	K12524	—	725/485	Plate	Mn-0.5Ni-V
10A	1	ASTM	A 225	Grade D	—	≤75	550/415	Plate	Mn-0.5Ni-V
10A	1	ASTM	A 225	Grade D	—	>75≤150	515/380	Plate	Mn-0.5Ni-V
10C	1	ASTM	A 612	—	K02900	≤13	570/345	Plate	C-Mn-Si
10C	1	ASTM	A 612	—	K02900	>13	560/345	Plate	C-Mn-Si
11A	1	ASTM	A 353	—	K81340	—	690/515	Plate	9Ni
11A	1	ASTM	A 420	Grade WPL8	K81340	—	690/515	Pipe	9Ni
11A	2	ASTM	A 645	—	K41583	—	655/450	Plate	0.5Ni-0.25Mo
11A	4	ASTM	A 533	Grade A, Class 3	K12521	—	690/570	Plate	Mn-0.5Mo
11A	4	ASTM	A 533	Grade B, Class 3	K12539	—	690/570	Plate	Mn-0.5Mo-0.5Ni
11A	5	ASTM	A 543	Type B, Class 1	K42339	—	725/585	Plate	3Ni-1.75Cr-0.5Mo
11A	5	ASTM	A 543	Type B, Class 3	K42339	—	620/485	Plate	3Ni-1.75Cr-0.5Mo
11B	1	ASTM	A 514	Grade A	K11856	≤65	760/690	Plate	0.5Cr-0.25Mo-Si
11B	1	ASTM	A 514	Grade A	K11856	>65≤300	760/620	Plate	0.5Cr-0.25Mo-Si
11B	1	ASTM	A 514	Grade A	K11856	≤65	795/690	Plate	0.5Cr-0.25Mo-Si
11B	1	ASTM	A 514	Grade A	K11856	>65≤300	725/620	Plate	0.5Cr-0.25Mo-Si
11B	1	ASTM	A 709	Grade 100, Type A	K11856	≤65	760/690	Plate & Shapes	0.5Cr-0.25Mo-Si
11B	1	ASTM	A 709	Grade 100W, Type A	K11856	≤55	760/690	Plate & Shapes	0.5Cr-0.25Mo-Si
11B	2	ASTM	A 514	Grade E	K21604	≤65	760/690	Plate	1.75Cr-0.5Mo-Cu
11B	2	ASTM	A 514	Grade E	K21604	>65≤300	760/620	Plate	1.75Cr-0.5Mo-Cu
11B	2	ASTM	A 517	Grade E	K21604	≤65	795/690	Plate	1.75Cr-0.5Mo-Cu
11B	2	ASTM	A 517	Grade E	K21604	>65≤300	725/620	Plate	1.75Cr-0.5Mo-Cu
11B	2	ASTM	A 709	Grade 100, Type E	K21604	≤65	760/690	Plate & Shapes	1.75Cr-0.5Mo-Cu
11B	2	ASTM	A 709	Grade 100, Type E	K21604	>65≤200	690/620	Plate & Shapes	1.75Cr-0.5Mo-Cu
11B	2	ASTM	A 709	Grade 100W, Type E	K21604	≤65	760/690	Plate & Shapes	1.75Cr-0.5Mo-Cu
11B	2	ASTM	A 709	Grade 100W, Type E	K21604	>65≤200	690/620	Plate & Shapes	1.75Cr-0.5Mo-Cu

부속 III-B(표준)
모재 규격 및 M 번호 표

9A	1	ASTM	A 203	등급 A	K21703	—	450/255	판재	2.5Ni
9A	1	ASTM	A 203	등급 B	K22103	—	485/275	판재	2.5Ni
9A	1	ASTM	A 333	등급 7	K21903	—	450/240	파이프	2.5Ni
9A	1	ASTM	A 333	등급 9	K22035	—	435/315	파이프	2Ni-1Cu
9B	1	ASTM	A 203	등급 D	K31718	—	450/255	판재	3.5Ni
9B	1	ASTM	A 203	등급 E	K32018	—	485/275	판재	3.5Ni
9B	1	ASTM	A 333	등급 3	K31918	—	450/240	파이프	3.5Ni
10A	1	ASTM	A 225	등급 C	K12524	—	725/485	판재	Mn-0.5Ni-V
10A	1	ASTM	A 225	등급 D	—	≤75	550/415	판재	Mn-0.5Ni-V
10A	1	ASTM	A 225	등급 D	—	>75≤150	515/380	판재	Mn-0.5Ni-V
10C	1	ASTM	A 612	—	K02900	≤13	570/345	판재	C-Mn-Si
10C	1	ASTM	A 612	—	K02900	>13	560/345	판재	C-Mn-Si
11A	1	ASTM	A 353	—	K81340	—	690/515	판재	9Ni
11A	1	ASTM	A 420	등급 WPL8	K81340	—	690/515	파이프	9Ni
11A	2	ASTM	A 645	—	K41583	—	655/450	판재	0.5Ni-0.25Mo
11A	4	ASTM	A 533	등급 A, 클래스 3	K12521	—	690/570	판재	Mn-0.5Mo
11A	4	ASTM	A 533	등급 B, 클래스 3	K12539	—	690/570	판재	Mn-0.5Mo-0.5Ni
11A	5	ASTM	A 543	유형 B, 클래스 1	K42339	—	725/585	판재	3Ni-1.75Cr-0.5Mo
11A	5	ASTM	A 543	유형 B, 클래스 3	K42339	—	620/485	판재	3Ni-1.75Cr-0.5Mo
11B	1	ASTM	A 514	등급 A	K11856	≤65	760/690	판재	0.5Cr-0.25Mo-Si
11B	1	ASTM	A 514	등급 A	K11856	>65≤300	760/620	판재	0.5Cr-0.25Mo-Si
11B	1	ASTM	A 514	등급 A	K11856	≤65	795/690	판재	0.5Cr-0.25Mo-Si
11B	1	ASTM	A 514	등급 A	K11856	>65≤300	725/620	판재	0.5Cr-0.25Mo-Si
11B	1	ASTM	A 709	등급 100, 유형 A	K11856	≤65	760/690	판재 및 형상	0.5Cr-0.25Mo-Si
11B	1	ASTM	A 709	등급 100W, 유형 A	K11856	≤55	760/690	판재 및 형상	0.5Cr-0.25Mo-Si
11B	2	ASTM	A 514	등급 E	K21604	≤65	760/690	판재	1.75Cr-0.5Mo-Cu
11B	2	ASTM	A 514	등급 E	K21604	>65≤300	760/620	판재	1.75Cr-0.5Mo-Cu
11B	2	ASTM	A 517	등급 E	K21604	≤65	795/690	판재	1.75Cr-0.5Mo-Cu
11B	2	ASTM	A 517	등급 E	K21604	>65≤300	725/620	판재	1.75Cr-0.5Mo-Cu
11B	2	ASTM	A 709	등급 100, 유형 E	K21604	≤65	760/690	판재 및 형상	1.75Cr-0.5Mo-Cu
11B	2	ASTM	A 709	등급 100, 유형 E	K21604	>65≤200	690/620	판재 및 형상	1.75Cr-0.5Mo-Cu
11B	2	ASTM	A 709	등급 100W, 유형 E	K21604	≤65	760/690	판재 및 형상	1.75Cr-0.5Mo-Cu
11B	2	ASTM	A 709	등급 100W, 유형 E	K21604	>65≤200	690/620	판재 및 형상	1.75Cr-0.5Mo-Cu

Annex IV (Normative)
Transverse Face and Root Bend Specimen Preparation Requirements



TRANSVERSE BEND SPECIMEN	
Dimensions	
Test Weldment	Test Specimen Width, W
Plate	38 mm
Test pipe or tube ≤ 100 mm diameter DN	Note d
> 100 mm diameter DN	38 mm

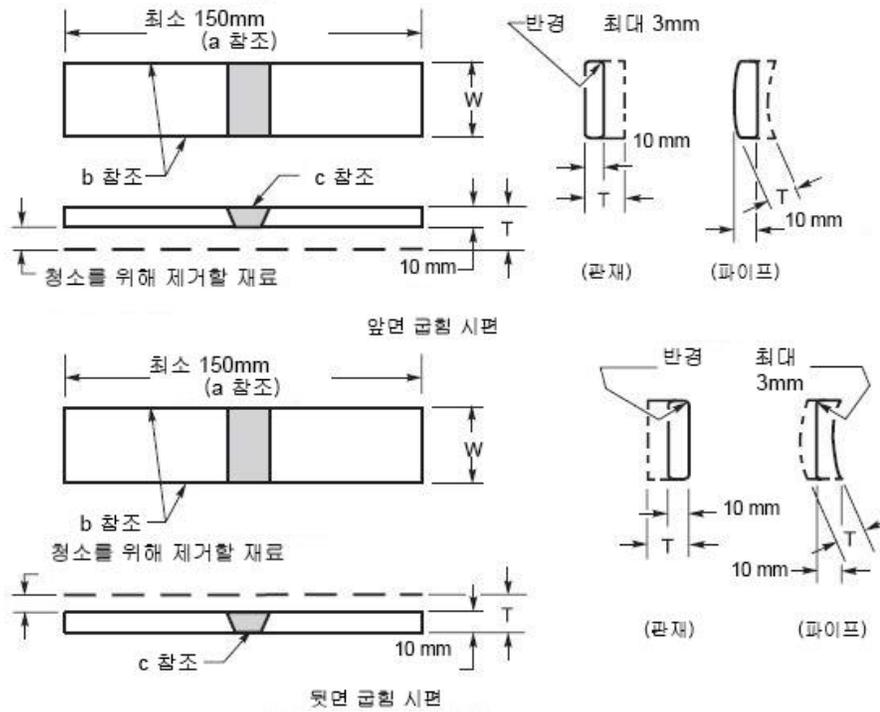
- (a) A longer specimen length may be necessary when using a wraparound type bending fixture or when testing steel with a yield strength of 620 MPa or more.
- (b) Except on M-1 materials, thermal cut edges shall be dressed by grinding.
- (c) The weld reinforcement and backing, if any, shall be removed flush with the surface of the specimen. If a recessed backing is used, this surface may be machined to a depth not exceeding the depth of the recess to remove the backing; in such a case, the thickness of the finished specimen shall be that specified above. Cut surfaces shall be smooth and parallel
- (d) For pipe diameters of 50 mm through 100 mm DN, the width of the bend specimen shall not be less than 19 mm. For pipe diameters of 10 mm to 50 mm DN, the bend specimen width shall not be less than be 10 mm with an alternative (permitted for pipe 25 mm DN and less) of cutting the pipe into quarter sections, in which case the weld reinforcement may be removed and no other preparation of the specimens is required.

Notes:

- 1. T = plate or pipe thickness.
- 2. When the thickness of the test plate is less than 10 mm, the nominal thickness shall be used for face and root bends.
- 3. The specimen grinding direction should be parallel to the direction of bending.

Transverse Face and Root Bend Specimens

부속 IV(표준)
가로 방향의 면 및 뒷면 굽힘 시험 준비 요건



가로 방향 굽힘 시험	
치수	
시험 용접물	시험 너비, W
판재	38mm
시험 파이프 또는 튜브 < 100mm 직경 DN	d 참조
>100mm 직경 DN	38mm

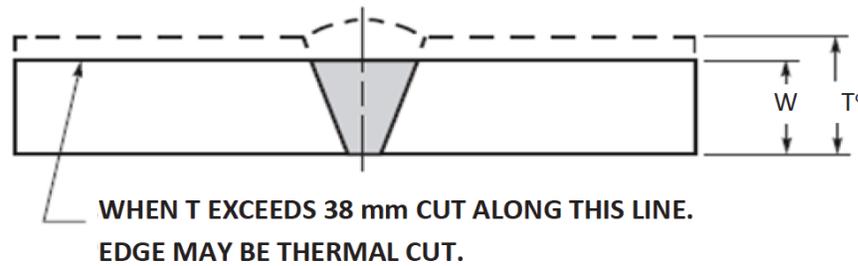
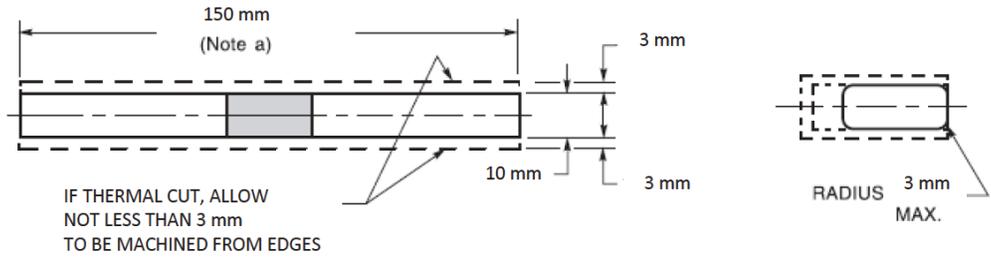
- (a) 회전 방식의 굽힘 시험기를 사용하거나 항복 강도가 620MPa 이상인 강철을 시험할 때는 길이가 더 긴 시험편이 필요할 수 있다.
- (b) M-1 재료를 제외하고, 열 절단 가장자리를 연마로 드레싱해야 한다.
- (c) 용접 보강물과 백킹이 있다면 시험 표면과 수평하게 제거해야 한다. 오목한 백킹을 사용하는 경우 백킹을 제거하기 위해서 이 표면을 오목한 부분의 깊이를 초과하지 않는 깊이까지 기계 가공할 수 있다. 이러한 경우 마감 처리된 시험편의 두께는 위에서 지정된 값이어야 한다. 절단면이 매끈하고 평행해야 한다.
- (d) 파이프 직경이 50mm~100mm DN인 경우 굽힘 시험편의 너비는 19mm 이상이어야 한다. 파이프 직경이 10mm~50mm DN인 경우 굽힘 시험편 너비는 1/4 크기의 분할 부분 안으로 파이프를 절단하는 대체 방법(파이프 25mm DN 이하) 사용 시 10mm 이상이어야 하며, 이 경우 용접 보강물을 제거할 수 있고 시험편을 다른 방법으로 준비할 필요가 없다.

참고:

1. T = 판재 또는 파이프 두께
2. 시험 판재의 두께가 10mm 미만이라면 앞면 굽힘과 뒷면 굽힘 시험에 공칭 두께를 사용해야 한다.
3. 시험 연마 방향은 굽힘 방향과 평행해야 한다.

가로 방향의 앞면 굽힘과 뒷면 굽힘 시험

Annex IV (Normative)
Side Bend Specimen Preparation Requirements



T	W
10 to 38 mm	T (mm)
> 38 mm	(Note b)

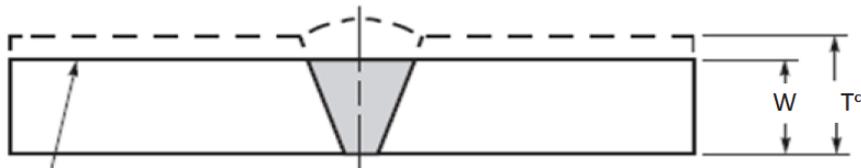
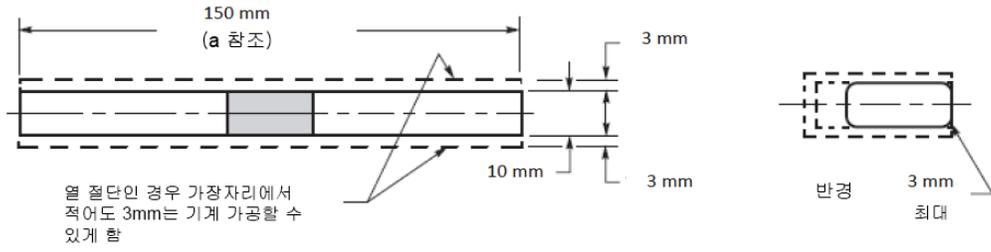
- a) A longer specimen length may be necessary when using a wraparound-type bending fixture or when testing steel with a yield strength of 620 MPa or more.
- b) For plates over 38 mm thick, the specimen shall be cut into approximately equal strips with W between 19 mm and 38 mm and each strip shall be tested.
- c) T = nominal plate or pipe thickness.

Note:

- 1. The specimen grinding direction should be parallel to the direction of bending.
- 2. Except on M-1 materials, thermal cut edges shall be dressed by grinding.

Side Bend Specimens

부속 IV(표준)
측면 굽힘 시편 준비 요건



T가 38mm를 초과할 경우 이 선을 따라 절단한다.
가장자리를 열 절단할 수 있다.

T	W
10~38mm	T (mm)
> 38mm	(b 참조)

- a) 회전 방식의 굽힘 시험기를 사용하거나 항복 강도가 620MPa 이상인 강철을 시험할 때는 길이가 더 긴 시편이 필요할 수 있다.
 - b) 두께가 38mm를 초과하는 판재의 경우, 19mm~38mm 사이의 W로 시편을 대략 같은 스트립으로 절단한 후 각 스트립을 시험해야 한다.
 - c) T = 판재 또는 파이프 공칭 두께
- 참고:
1. 시편 연마 방향은 굽힘 방향과 평행해야 한다.
 2. M-1 재료를 제외하고, 열 절단 가장자리를 연마로 드레싱해야 한다.

측면 굽힘 시편

Annex V (Informative)

Useful Formulas, Conversions, Abbreviations and Information

The purpose of this annex is to provide some direction to test takers regarding abbreviations, concepts, and terms used within this Book of Specifications solely for the purpose of taking an AWS examination. The scope of this Book of Specifications covers multiple industries which use different terms for the same concepts. This annex explains how these differences are addressed in this AWS exam.

<u>Abbreviation</u>	<u>Description</u>		
AI	accumulation of imperfections	OD	outside diameter
BT	burn-through	P	porosity
C	cracks	PJP	partial joint penetration
CJP	complete joint penetration	PQR	procedure qualification record
CP	cluster porosity	PT	penetrant testing
CSA	cross sectional area	PWHT	post weld heat treatment
CVN	Charpy V-notch testing	RT	radiographic testing
EU	undercut adjacent to the cover pass	TYP	typical
ET	electromagnetic testing	UNS	unified numbering system
ID	inside diameter	UT	ultrasonic testing
IF	incomplete fusion	UTS	ultimate tensile strength
INCL	inclusive	VT	visual testing
IP	inadequate penetration without high-low	W	width of bend specimen
IPD	inadequate penetration due to high-low	WPS	welding procedure specification
m	meter	WQTR	welder qualification test record
mmpm	millimeters per minute		
mpm	meters per minute		
IU	undercut adjacent to the root		
pass			
J	Joule	Concept	Description
J/mm	Joules per millimeter	AWS C4.1-77	refers to both the written standard and physical gauge for comparative measurement of oxyfuel cut surfaces
ℓ	liter	Sample 1	first roughness sample on the AWS C4.1-77 gauge; roughest cut
LT	leak testing	Sample 2	second roughness sample on the AWS C4.1-77 gauge
LPH	liters per hour	Sample 3	third roughness sample on the AWS C4.1-77 gauge
MT	magnetic particle testing	Sample 4	fourth roughness sample on the AWS C4.1-77 gauge; smoothest cut
NDE	nondestructive examination		
NDT	nondestructive testing		
DN	diameter nominal		

The International System of Units (SI) is used in many applications. Shown in the tables below are the conversion factors used to convert U. S. Customary units to SI units, and the metric (SI) prefixes for the multiplication factors of units.

Table 16 – SI Conversion Factors

Property	To Convert from	To	Multiply by
	SI Units	U. S. Customary Units	
Force	Newton (N)	pound-force (lbf)	0.2248
	Newton (N)	kip (1000 lbf)	0.0002248
Linear Dimension	millimeter (mm)	inch (in)	0.0394
Tensile Strength	Pascal (Pa)	pounds per square inch (psi)	0.000145
	kiloPascal (kPa)	pounds per square inch (psi)	0.145
	megaPascal (MPa)	pounds per square inch (psi)	145.14
Mass	kilogram (kg)	pound mass	2.205
Angle, plane	radian	degree	57.296
Flow Rate	liter per minute (l/min)	cubic feet per hour (cfh)	2.119
Heat Input	Joules per meter (J/m)	Joules per inch (J/in)	0.0254
Travel Speed, wire	millimeters per second (mm/s)	inches per minute (in/min)	2.364
Temperature	degrees Celsius (°C)	degrees Fahrenheit (°F)	use the formula: °F = (°C x 1.8) + 32

Table 17 – SI Prefixes

Exponential Expression	Multiplication Factor	Prefix	Symbol
10 ⁹	1 000 000 000	giga	G
10 ⁶	1 000 000	mega	M
10 ³	1 000	kilo	k
10 ⁻³	0.001	milli	m
10 ⁻⁶	0.000 001	micro	μ
10 ⁻⁹	0.000 000 001	nano	n

많은 응용 분야에서 국제 단위계(SI)를 사용한다. 아래 표에는 미국의 관습적 단위를 SI 단위로 변환하는데 사용하는 변환 계수와 단위의 곱셈 인자에 대한 미터법(SI) 접두사가 나와 있다.

표 16 – SI 변환 계수

특성	SI 단위에서 변환	미국 통상 단위로	곱셈 인자
힘	뉴턴(N)	파운드-힘(lbf)	0.2248
	뉴턴(N)	kip(1,000lbf)	0.0002248
선형 치수	밀리미터(mm)	인치(in)	0.0394
인장 강도	파스칼(Pa)	파운드/제곱 인치(psi)	0.000145
	킬로파스칼(kPa)	파운드/제곱 인치(psi)	0.145
	메가파스칼(Mpa)	파운드/제곱 인치(psi)	145.14
질량	킬로그램(kg)	파운드-질량	2.205
각도, 평면	라디안	도	57.296
유동률	리터/분(l/min)	평방 피트/시간(cfh)	2.119
투입 열량	줄/미터(J/m)	줄/인치(J/in)	0.0254
이동 속도, 와이어	밀리미터/초(mm/s)	인치/분(in/min)	2.364
온도	섭씨 도(°C)	화씨 도(°F)	변환 공식: °F = (°C x 1.8) + 32

표 17 – SI 접두사

지수 표현	곱셈 인자	접두사	기호
10 ⁹	1,000,000,000	기가	그룹
10 ⁶	1,000,000	메가	M
10 ³	1,000	킬로	k
10 ⁻³	0.001	밀리	m
10 ⁻⁶	0.000 001	마이크로	μ
10 ⁻⁹	0.000 000 001	나노	n

Cross Sectional Area (CSA) for rectangular tensile bars:**사각형 인장 막대의 단면적(CSA):**

$$CSA = w \times t / CSA = w \times t$$

Where w = width and t = thickness

여기서 w = 너비, t = 두께

Cross Sectional Area (CSA) for round tensile bars:**원형 인장 막대의 단면적(CSA):**

$$CSA = \pi d^2/4 / CSA = \pi d^2/4$$

Where π = mathematical constant 3.1416 and
d = original diameter of the bar

여기서 π = 상수 3.1416(원주율),
d = 막대의 원래 직경

Ultimate Tensile Strength (UTS) [Pa]:**최대 인장 강도(UTS) [Pa]:**

UTS (in MPa) = Maximum Force (in kN) / original cross sectional area (in mm²) x 1000

UTS(MPa) = 최대 힘(kN) / 원래 단면적(mm²) x 1000

Formula to convert pascals (Pa) to Megapascal (MPa) and vice versa:**파스칼(Pa)을메가파스칼(MPa)로, 그리고그반대로변환하는공식:**

$$Pa = MPa \times 1,000,000 / MPa = Pa / 1,000,000$$

$$Pa = MPa \times 1,000,000 / MPa = Pa / 1,000,000$$

This page is intentionally blank. / 이 페이지는 일부러 비워둔 페이지입니다.

**Annex VI (Informative)
Pipe Schedules**

Pipe Size (mm)	Outside Diameter OD (mm)	Identification			Nominal Wall Thickness - T - (mm)	Minimum Wall Thickness (mm) -12.5%	Inside Diameter - ID - (mm)
		Steel		Stainless Steel Schedule No.			
		Iron Pipe Size	Schedule No.				
65	73.0	-	-	5S	2.11	1.85	68.78
		-	-	10S	3.05	2.67	66.90
		STD	40	40S	5.16	4.52	62.68
		XS	80	80S	7.01	6.13	58.98
		-	160	-	9.53	8.34	53.94
		XXS	-	-	14.02	12.27	44.96
80	88.9	-	-	5S	2.11	1.85	84.68
		-	-	10S	3.05	2.67	82.80
		STD	40	40S	5.49	4.80	77.92
		XS	80	80S	7.62	6.67	73.66
		-	160	-	11.13	9.74	66.64
		XXS	-	-	15.24	13.34	58.42
90	101.6	-	-	5S	2.11	1.85	97.38
		-	-	10S	3.05	2.67	95.50
		STD	40	40S	5.74	5.02	90.12
		XS	80	80S	8.08	7.07	85.44
100	114.3	-	-	5S	2.11	1.85	110.08
		-	-	10S	3.05	2.67	108.20
		STD	40	40S	6.02	5.27	102.26
		XS	80	80S	8.56	7.49	97.18
		-	120	-	11.13	9.74	92.04
		-	160	-	13.49	11.80	87.32
XXS	-	-	17.12	14.98	80.06		
125	141.3	-	-	5S	2.77	2.42	135.76
		-	-	10S	3.40	2.98	134.50
		STD	40	40S	6.55	5.73	128.20
		XS	80	80S	9.53	8.34	122.24
		-	120	-	12.70	11.11	115.90
		-	160	-	15.88	13.90	109.54
XXS	-	-	19.05	16.67	103.20		
150	168.3	-	-	5S	2.77	2.42	162.76
		-	-	10S	3.40	2.98	161.50
		STD	40	40S	7.11	6.22	154.08
		XS	80	80S	10.97	9.60	146.36
		-	120	-	14.27	12.49	139.76
		-	160	-	18.26	15.98	131.78
XXS	-	-	21.95	19.21	124.40		
200	219.1	-	-	5S	2.77	2.42	213.56
		-	-	10S	3.76	3.29	211.58
		-	20	-	6.35	5.56	206.40
		-	30	-	7.04	6.16	205.02
		STD	40	40S	8.18	7.16	202.74
		-	60	-	10.31	9.02	198.48
		XS	80	80S	12.70	11.11	193.70
		-	100	-	15.09	13.20	188.92
		-	120	-	18.26	15.98	182.58
		-	140	-	20.62	18.04	177.86
		XXS	-	-	22.23	19.45	174.64

부속 VI (정보)
파이프 일람표

파이프 크기 (mm)	외경 OD (mm)	식별			공칭 벽 두께 - T - (mm)	최소 벽 두께(mm) -12.5%	내경 - ID - (mm)
		강철		스테인레스강 규격 번호			
		주철 파이프 크기	규격 번호				
65	73.0	-	-	5S	2.11	1.85	68.78
		-	-	10S	3.05	2.67	66.90
		STD	40	40S	5.16	4.52	62.68
		XS	80	80S	7.01	6.13	58.98
		-	160	-	9.53	8.34	53.94
		XXS	-	-	14.02	12.27	44.96
80	88.9	-	-	5S	2.11	1.85	84.68
		-	-	10S	3.05	2.67	82.80
		STD	40	40S	5.49	4.80	77.92
		XS	80	80S	7.62	6.67	73.66
		-	160	-	11.13	9.74	66.64
		XXS	-	-	15.24	13.34	58.42
90	101.6	-	-	5S	2.11	1.85	97.38
		-	-	10S	3.05	2.67	95.50
		STD	40	40S	5.74	5.02	90.12
		XS	80	80S	8.08	7.07	85.44
100	114.3	-	-	5S	2.11	1.85	110.08
		-	-	10S	3.05	2.67	108.20
		STD	40	40S	6.02	5.27	102.26
		XS	80	80S	8.56	7.49	97.18
		-	120	-	11.13	9.74	92.04
		-	160	-	13.49	11.80	87.32
125	141.3	-	-	5S	2.77	2.42	135.76
		-	-	10S	3.40	2.98	134.50
		STD	40	40S	6.55	5.73	128.20
		XS	80	80S	9.53	8.34	122.24
		-	120	-	12.70	11.11	115.90
		-	160	-	15.88	13.90	109.54
150	168.3	-	-	5S	2.77	2.42	162.76
		-	-	10S	3.40	2.98	161.50
		STD	40	40S	7.11	6.22	154.08
		XS	80	80S	10.97	9.60	146.36
		-	120	-	14.27	12.49	139.76
		-	160	-	18.26	15.98	131.78
200	219.1	-	-	5S	2.77	2.42	213.56
		-	-	10S	3.76	3.29	211.58
		-	20	-	6.35	5.56	206.40
		-	30	-	7.04	6.16	205.02
		STD	40	40S	8.18	7.16	202.74
		-	60	-	10.31	9.02	198.48
		XS	80	80S	12.70	11.11	193.70
		-	100	-	15.09	13.20	188.92
		-	120	-	18.26	15.98	182.58
		-	140	-	20.62	18.04	177.86
XXS	-	-	22.23	19.45	174.64		

Annex VII (Informative) Welding Procedure Specification (WPS)

WPS Number [1]	Date [2]	Revision [3]	Page 1 of 2
SUPPORTING PQR (s) ID.			
[4]			
SCOPE			
[5]			
WELDING PROCESS(ES) & TYPE			
Process(es): [6]			
JOINT DESIGN			
Joint Design:	[7]		
Root Spacing:	[8]		
Backing Material:	[9]		
Treatment of backside, method of gouging/preparation:	[10]		
Maximum Mismatch:	[11]		
Typical Joint Details:	[12]		
[13]			
BASE METALS			
M-No. [14]	Group No. [15]	To M-No. [16]	Group No. [17]
Thickness Range Qualified: [18] Diameter (Tubular Only): [19] Coating Description or Type: [20]			
FILLER METALS			
Process:	[21]		
AWS Specification No.:	[22]		
AWS No. (Classification):	[23]		
F-No.	[24]		
Weld Metal Analysis A-No.:	[25]		
Weld Metal Deposit Thickness:	[26]		
Filler Metal Size:	[27]		
Flux-Electrode Classification:	[28]		
Supplemental Filler Metal:	[29]		
Consumable Insert & Type:	[30]		
Consumable Insert:	[31]		
Supplemental Deoxidant:	[32]		
Energized Filler Metal "Hot"	[33]		

부속 VII (정보) 용접 절차 시방서 (WPS)

WPS 번호	[1]	날짜	[2]	개정	[3]	1/2페이지	
지원 PQR ID.							
	[4]						
적용 범위							
	[5]						
용접 공정 및 유형							
공정:	[6]						
접합부 설계							
접합부 설계:	[7]						
루트 간격:	[8]						
백킹 재료:	[9]						
뒷면 처리, 가우징/준비 방법:	[10]						
최대 불일치:	[11]						
일반 접합부 세부 사항:	[12]						
	[13]						
모재							
M 번호	[14]	그룹 번호	[15]	대상 M 번호	[16]	그룹 번호	[17]
승인된 두께 범위: [18] 직경(튜브형만 해당): [19] 코팅 설명 또는 유형: [20]							
용가재							
공정:	[21]						
AWS 규격 번호:	[22]						
AWS 번호(분류):	[23]						
F 번호	[24]						
용접 금속 분석 A 번호:	[25]						
용접 금속 용착 두께:	[26]						
용가재 크기:	[27]						
플렉스-전극 분류:	[28]						
보충 용가재:	[29]						
소모성 삽입재 및 유형:	[30]						
소모성 삽입재:	[31]						
보충 탈산제:	[32]						
활성화된 "고온" 용가재	[33]						

WPS Number		Date	Revision	Page 2 of 2
POSITION				
Welding Positions:		[34]		
Progression for Vertical Welding:		[35]		
PREHEAT AND INTERPASS				
Preheat Minimum:		[36]		
Interpass Temperature Maximum:		[37]		
Preheat Maintenance:		[38]		
HEAT TREATMENT				
PWHT Type:		[39]		
PWHT Temperature:		[40]		
PWHT Holding Time:		[41]		
Heating and Cooling Rate:		[42]		
SHIELDING GAS				
	Type and % Composition (if applicable)	Flow Rate Range		
Torch Shielding Gas:	[43]	[48]		
Root Shielding Gas:	[44]	[49]		
Environmental Shielding:	[45]			
Vacuum Pressure:	[46]			
Gas Cup Size:	[47]			
ELECTRICAL				
Process:	[50]			
Filler Metal Diameter:	[51]			
Current Type and Polarity:	[52]			
Amperage Range:	[53]			
Transfer Mode:	[54]			
Wire Feed Speed (m/min)	[55]			
Voltage Range:	[56]			
Tungsten Specification No.:	[57]			
Tungsten Classification:	[58]			
Tungsten Electrode Diameter:	[59]			
Maximum Heat Input (kJ/mm):	[60]			
Pulsed Current:	[61]			
VARIABLES				
Single to Multiple Electrodes:	[62]			
Electrode Spacing (mm):	[63]			
Single or Multipass:	[64]			
Contact Tube to Work Distance (mm):	[65]			
Cleaning:	[66]			
Peening:	[67]			
Conventional or Keyhole Technique:	[68]			
Stringer or Weave Bead:	[69]			
Travel-Speed Range (mm/min):	[70]			

WPS 번호	[1]	날짜	[2]	개정	[3]	2/2페이지
위치						
용접 위치:	[34]					
수직 용접을 위한 진행:	[35]					
예열과 층간 온도						
최소 예열:	[36]					
최대 층간 온도:	[37]					
예열 상태 유지:	[38]					
열처리						
PWHT 유형:	[39]					
PWHT 온도:	[40]					
PWHT 유지 시간:	[41]					
가열 및 냉각 속도:	[42]					
보호 가스						
	유형 및 조성비(%) (해당되는 경우)	유동률 범위				
토치 보호 가스:	[43]	[48]				
루트 보호 가스:	[44]	[49]				
환경 보호:	[45]					
진공 압력:	[46]					
가스 컵 크기:	[47]					
전기						
공정:	[50]					
용가재 직경:	[51]					
전류 유형 및 극성:	[52]					
암페어 범위:	[53]					
이행 모드:	[54]					
와이어 공급 속도(m/min)	[55]					
전압 범위:	[56]					
텅스텐 규격 번호:	[57]					
텅스텐 분류:	[58]					
텅스텐 전극 직경:	[59]					
최대 투입 열량(kJ/mm):	[60]					
펄스 전류:	[61]					
변수						
단일 전극-다중 전극:	[62]					
전극 간격(mm):	[63]					
단층 또는 다층:	[64]					
접촉 튜브에서 작업물까지의 거리(mm):	[65]					
청소:	[66]					
피닝:	[67]					
기존 기술 또는 키홀 기술:	[68]					
직선 비드 또는 위빙 비드:	[69]					
이동 속도 범위(mm/min):	[70]					

Annex VIII (Informative) Procedure Qualification Record (PQR)

WELDING PROCESS & Type				JOINTS			
Process 1:		[1]		Weld Type:		[31]	
Process 2:		[2]		Groove Type:		[32]	
				Root Spacing:		[33]	
BASE METALS				Metal Backing:		[34]	
Base Material Spec.:		[3]		to		[4]	
M-No.:		[5]		Group No.:			
				to M-No.:			
				Group No.:			
Plate or Pipe:		[6]		Pipe Diameter:		[7]	
Thickness:		[8]		[36]			
Coating:		[9]					
FILLER METALS				Sketch of Joint			
Specification No.:		[10]					
AWS No. Classification:		[11]					
F-No.:		[12]					
Weld Metal Analysis A-No.:		[13]					
Filler Metal Size:		[14]		POSTWELD HEAT TREATMENT			
Supplemental Filler:		[15]		PWHT Type:		[37]	
Weld Metal Deposit Thickness:		[16]		PWHT Temperature:		[38]	
				PWHT Time:		[39]	
POSITION							
Position of Joint:		[17]		GAS			
Vertical Welding Progression:		[18]		Shielding Gas:		[40]	
				Composition:		[41]	
PREHEAT				Flow:		[42]	
Min. Preheat Temperature:		[19]		Gas Cup Size:		[43]	
Max. Interpass Temperature:		[20]		TECHNIQUE			
ELECTRICAL				Stringer or Weave:		[44]	
Current & Polarity:		[21]		Method of Cleaning:		[45]	
Amperage Range:		[22]		Oscillation:		[46]	
Pulsed Current:		[23]		Contact Tube to Work Distance:		[47]	
Wire Feed Speed (m/min)		[24]		Multipass or Single pass per side:		[48]	
Voltage Range:		[25]		Number of Electrodes:		[49]	
Travel Speed (mm/min)		[26]		Electrode Spacing:		[50]	
Transfer Mode:		[27]		Peening:		[51]	
Maximum Heat Input (kJ/mm)		[28]					
Tungsten Type:		[29]					
Tungsten Diameter:		[30]					
VISUAL EXAMINATION: [52]							
TENSILE TESTS							
Specimen No.	Width mm	Thickness mm	Area mm ²	Ultimate Total Load (kN)	Ultimate Unit Stress (MPa)	Type of Failure & Location	
[53]	[54]	[55]	[56]	[57]	[58]	[59]	
GUIDED-BEND TESTS							
Type	Results			Type	Results		
[60]	[61]			[62]	[63]		
Welder's Name _____ [64] _____ Stamp or Clock No. _____ [65] _____							
We certify that the statements in this record are correct and that the test welds were prepared, welded, and tested in accordance with the requirements of the Part B Practical CWI Exam Requirements. It is intended to be used for the CWI Part B Exam only and is not intended to be used for actual production welding or any other use without the written consent of AWS.							

부속 VIII (정보) 절차 검정 시험 기록 (PQR)

용접 공정 및 유형				접합			
공정 1:	[1]			용접 유형:	[31]		
공정 2:	[2]			그루브 유형:	[32]		
				루트 간격:	[33]		
모재				금속 백킹: [34]			
모재 규격:	[3]	-	[4]	열 백가우징:	[35]		
M 번호:	[5]	그룹 번호:		[36]			
대상 M 번호:		그룹 번호:					
판재 또는 파이프:	[6]	파이프 직경:	[7]				
두께:	[8]						
코팅:	[9]						
용가재				접합부 스케치			
규격 번호:	[10]			용접 후 열처리			
AWS 번호 분류:	[11]						
F 번호:	[12]						
용접 금속 분석 A 번호:	[13]						
용가재 크기:	[14]			PWHT 유형:	[37]		
보충 용가재:	[15]			PWHT 온도:	[38]		
용접 금속 용착 두께:	[16]			PWHT 시간:	[39]		
위치							
접합 위치:	[17]			가스			
수직 용접 진행:	[18]			보호 가스:	[40]		
				조성:	[41]		
예열				유동:	[42]		
최소 예열 온도:	[19]			가스 컵 크기:	[43]		
최대 층간 온도:	[20]			기술			
				직선 비드 또는 위빙 비드:	[44]		
전기				청소 방법:	[45]		
전류 및 극성:	[21]			발전:	[46]		
암페어 범위:	[22]			접촉 튜브에서 작업물까지의 거리:	[47]		
펄스 전류:	[23]			각 측면에 다층 또는 단층:	[48]		
와이어 공급 속도(m/min)	[24]			전극 수:	[49]		
전압 범위:	[25]			전극 간격:	[50]		
이동 속도(mm/min)	[26]			피닝:	[51]		
이행 모드:	[27]						
최대 투입 열량(kJ/mm)	[28]						
텡스텐 유형:	[29]						
텡스텐 직경:	[30]						

육안 검사: [52]
인장 시험

시편 번호	너비 mm	두께 mm	면적 mm ²	최대 총 하중(kN)	최대 단위 응력(MPa)	파괴 유형 및 위치
[53]	[54]	[55]	[56]	[57]	[58]	[59]

유도 굽힘 시험

유형	결과	유형	결과
[60]	[61]	[62]	[63]

용접사 이름 _____ [64] 스탬프 또는 글록 번호 _____ [65]

이 기록지에 기술된 내용은 정확하며 파트 B 실습 CWI 시험 요건에서 정한 요구 사항에 따라 본 시험 용접을 준비, 용접, 시험했음을 증명합니다. 본 기록지는 CWI 파트 B 시험에만 사용되는 것으로, AWS의 서면 허가 없이 실제 생산 용접이나 다른 용도로 사용하면 안 됩니다.

Annex IX (Informative) Welder Qualification Test Record (WQTR)

Welder's Name _____ [1] ID No. _____ [2] Symbol _____ [3]

Identification of WPS followed: _____ [4]

Specification of base metal(s) welded: _____ [5] Thickness: _____ [6]

Testing Variables and Qualification Limits

Welding Variables	Actual Values	Range Qualified
Welding Process(es)	_____ [13]	_____ [31]
Type (i.e.; manual, semi-automatic)	_____ [14]	_____ [32]
Backing (metal, weld metal)	_____ [15]	_____ [33]
Process 1: _____ [7]	_____ [16]	_____ [34]
Process 2: _____ [8]	_____ [17]	_____ [35]
<input type="checkbox"/> Plate <input type="checkbox"/> Pipe (enter diameter if pipe or tube)	_____ [18]	_____ [36]
Base Metal M-Number to M-Number	_____ [19]	_____ [37]
AWS Filler metal or Electrode Specification(s)	_____ [20]	_____ [38]
Filler metal or electrode classification(s)	_____ [21]	_____ [39]
Filler metal F-Numbers	_____ [22]	_____ [40]
Process 1: _____ [9]	_____ [23]	_____ [41]
Process 2: _____ [10]	_____ [24]	_____ [42]
Consumable Insert for GTAW	_____ [25]	_____ [43]
Weld deposit thickness for each welding process:	_____ [26]	_____ [44]
Process 1: _____ [11]	_____ [27]	_____ [45]
Process 2: _____ [12]	_____ [28]	_____ [46]
Position Qualified (2G, 6G, etc.)	_____ [29]	_____ [30]
Vertical progression (Uphill or Downhill)	_____ [31]	_____ [32]
Inert gas backing for GTAW or GMAW	_____ [33]	_____ [34]
Transfer Mode (spray/globular or pulse to short circuit-GMAW)	_____ [35]	_____ [36]
GTAW welding current type/polarity (AC, DCEP, DCEN)	_____ [37]	_____ [38]

Results

Visual Examination of Completed Weld : _____ [47]

Guided Bend Test Type: Transverse Side Transverse Root & Face

Specimen No.	Results	Specimen No.	Results
[48]	[49]	[50]	[51]

Alternative radiographic examination results _____ [52]

Fillet Weld – fracture test _____ [53] Length and percent of defects _____ [54] mm

Macro Examination _____ [55] Fillet size (mm) [56] x [57] Concavity/convexity (mm) _____ [58]

Other tests _____ [59]

Film or specimens evaluated by _____ [60] Company _____ [61]

Mechanical tests conducted by _____ [62] Laboratory test no. _____ [63]

Welding supervised by _____ [64]

We certify that the statements in this record are correct and that the test coupons were prepared, welded, and tested in accordance with the requirements of CWI Part B Practical Book of Specifications. It is to be used for the CWI Part B Practical Exam only and is not intended to be used for actual production welding or any other use without the written consent of AWS.

Organization _____ [65]

By _____ [66] Date _____ [67]

부속 IX (정보)
용접사 자격 시험 기록(WQTR)

용접사 이름 _____ [1]		ID 번호 _____ [2]		기호 _____ [3]	
준수하는 WPS 식별 정보: _____ [4]					
용접 대상 모재의 규격: [5] _____ 두께: _____ [6]		시험 변수 및 자격 검정 제한 사항			
용접 변수			실제 값		검정 대상 범위
용접 공정			[13]		[31]
유형(즉, 수동, 반자동)			[14]		[32]
백킹(금속, 용접 금속)	공정 1: _____ [7]		[15]		[33]
	공정 2: _____ [8]		[16]		[34]
<input type="checkbox"/> 판재 <input type="checkbox"/> 파이프(파이프 또는 튜브인 경우 직경 입력)			[17]		[35]
모재 M 번호 범위			[18]		[36]
AWS 용가재 또는 전극 규격			[19]		
용가재 또는 전극 분류			[20]		
용가재 F 번호	공정 1: _____ [9]		[21]		[37]
	공정 2: _____ [10]		[22]		[38]
GTAW용 소모성 삽입재			[23]		[39]
각 용접 공정의 용접 용착 두께:					
	공정 1: _____ [11]		[24]		[40]
	공정 2: _____ [12]		[25]		[41]
검정 위치(2G, 6G 등)			[26]		[42]
수직 진행(상향 또는 하향)			[27]		[43]
GTAW 또는 GMAW용 불활성 가스 백킹			[28]		[44]
이행 모드(분사/구형 또는 펄스에서 단락으로 이행-GMAW)			[29]		[45]
GTAW 용접 전류 유형/극성(AC, DCEP, DCEN)			[30]		[46]
결과					
완성된 용접부 육안 검사: _____ [47]					
유도 굽힘 시험 유형: _____		<input type="checkbox"/> 가로 방향 측면		<input type="checkbox"/> 가로 방향 뒷면 및 앞면	
시편 번호	결과	시편 번호	결과		
[48]	[49]	[50]	[51]		
대체 방사선 투과 시험 결과 _____ [52]					
필릿 용접 - 파괴 시험 _____ [53]		결함의 길이와 비율 _____ [54]		mm	
매크로 시험 _____ [55]		필릿 크기(mm) _____ [56] x _____ [57]		오목면/볼록면(mm) _____ [58]	
기타 시험 _____ [59]					
필름 또는 시편 평가자 _____ [60]		회사 _____ [61]			
기계적 시험 수행자 _____ [62]		실험실 시험 번호 _____ [63]			
용접 감독자 _____ [64]					
이 기록지에 기술된 내용은 정확하며 CWI 파트 B 실습 시방서에서 정한 요구 사항에 따라 본 시험 쿠폰을 준비, 용접, 시험했음을 증명합니다. 본 기록지는 CWI 파트 B 실습 시험에만 사용되는 것으로, AWS의 서면 허가 없이 실제 생산 용접이나 다른 용도로 사용하면 안 됩니다.					
		조직 _____ [65]			
		서명자 _____ [66]		날짜 _____ [67]	

Annex X (Informative)

Industry-Specific Non-Standard Terms and Definitions

arc burn. Preferred term for ‘arc strike’ in pipeline applications.

backstep sequence. A longitudinal sequence in which weld passes are made in the direction opposite to the progress of welding.

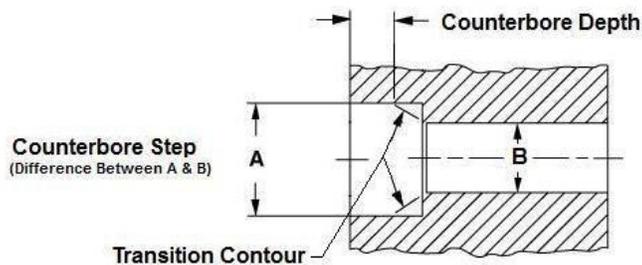
back weld repair. For pipeline applications, a repair weld made at the back side of a groove weld.

Company. For the purpose of this examination, the Company is the fictitious entity responsible for legal ownership and public safety of weldments fabricated in accordance with this specification.

counterbore. A machined feature on out-of-round pipe inside diameters to make sure inside diameters are in proper alignment for welding. See also **counterbore depth**.

counterbore step. The transition area between the machined counterbore and the unmachined pipe inside diameter. See also **counterbore** and **counterbore depth**.

counterbore depth. The distance a counterbore extends axially into a pipe. See also **counterbore** and **counterbore step**.



Counterbore

crown surface. Alternate term for Weld Face in the pipeline applications.

double repair. For Pipeline applications, second repair in a previously repaired area of a completed weld; typically referred to as a “repair of a repair” or a “re-repair.”

high-low. Preferred term for ‘internal misalignment’ in pipeline applications.

imperfection. A departure of a quality characteristic from its intended condition.

indication. The response or evidence from the application of a nondestructive examination.

internal misalignment. Misalignment of joint members such as the inside diameter of misaligned pipes or pipes with different inside diameters. *(Also called weld joint mismatch and high-low offset.)*

nominal size. A size “in name only” used for identification purposes. The nominal size may not correspond to an actual measured size, but would represent a range of sizes falling within standardized tolerances.

parent metal surface. Preferred term for ‘base metal’ in pipeline applications.

primary member. A structural element which transmits the primary tensile stress and whose sole failure would be catastrophic.

repair. For Pipeline applications, any grinding or welding on a completed weld to correct an individual defect or accumulation of defects in the weld that has been rejected by visual or nondestructive testing.

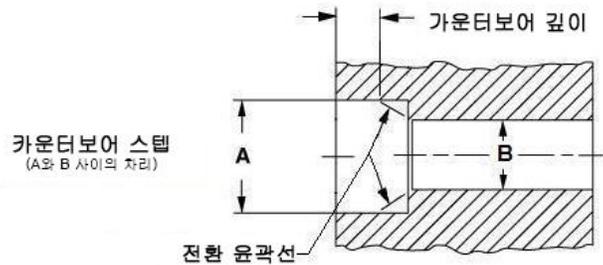
rework. For Pipeline applications, during welding or after the weld has been completed, the removal of an imperfection that requires grinding and/or welding that is performed prior to visual or nondestructive testing of a completed weld. Note: rework is not a repair.

temper bead. A weld bead placed at a specific location in or at the surface of a weld for the purpose of affecting the metallurgical properties of the heat-affected zone or previously deposited weld metal.

weld crown. Alternate term in pipeline applications for weld reinforcement.

부속 X (정보) 산업별 비표준 용어와 정의

- 아크 연소.** 파이프라인 응용 분야에서 '아크 스트라이크'보다 자주 쓰이는 용어.
- 백스텝 순서.** 용접층이 용접 진행 방향과는 반대 방향으로 형성되는 세로 방향 순서.
- 뒷면 용접 수리.** 파이프라인 응용 분야의 경우 그루브 용접부의 뒷면에서 이루어지는 수리 용접.
- 회사.** 이 시험의 목적상, 회사는 본 시방서에 따라 제작된 용접물의 법적 소유권과 공공 안전을 책임진 가상의 회사이다.
- 카운터보어.** 내경이 용접에 맞춰 적절히 정렬되도록 하기 위한 진원도 파이프 내경에서 기계 가공된 형상.
참고 항목: 카운터보어 깊이.
- 카운터보어 스텝.** 기계 가공된 카운터보어와 기계 가공되지 않은 파이프 내경 사이의 전이 영역. 참고 항목: 카운터보어 및 카운터보어 깊이.
- 카운터보어 깊이.** 카운터보어가 축 방향으로 파이프 안으로 연장되는 거리. 참고 항목: 카운터보어 및 카운터보어 스텝.



카운터보어

- 꼭대기 표면.** 파이프라인 응용 분야에서 용접면 대신 쓰이는 용어.
- 중복 수리.** 파이프라인 응용 분야의 경우 완성된 용접부에 대해 이전에 수리된 영역의 2차 수리로서, 일반적으로 “수리에 대한 수리” 또는 “재수리”라고 한다.
- 고저.** 파이프라인 응용 분야에서 '내부 오정렬'보다 자주 쓰이는 용어.
- 불완전 부위.** 원래 의도한 상태에서 품질 특성이 이탈한 부위.
- 징후.** 비파괴 시험을 실시한 데 따른 반응 또는 증거.
- 내부 오정렬.** 다양한 내경을 가진 오정렬된 파이프의 내경과 같은 접합 부재의 오정렬. (*용접 접합부 불일치 및 고저 오프셋이라고도 한다.*)
- 공칭 크기.** 식별 목적으로만 사용되는 “명목상의” 크기. 공칭 크기가 실제 측정 크기와 대응되지 않을 수 있지만, 표준화된 허용 오차 범위에 속하는 다양한 크기를 나타낸다.
- 모재 표면.** 파이프라인 응용 분야에서 '모재'보다 자주 쓰이는 용어.
- 기본 부재.** 1차 인장 응력을 전달하는 구조용 요소로서 단 한 번만 파괴되어도 재양적 결과를 낳는다.
- 수리.** 파이프라인 응용 분야의 경우 육안 시험이나 비파괴 시험에서 불합격한 용접부에 있는 개별 결함이나 결함의 누적을 교정하기 위해 완성된 용접부에서 이루어지는 연마 또는 용접 작업.
- 재작업.** 파이프라인 응용 분야의 경우 용접 중이나 용접 완료 후, 완성된 용접부에 대한 육안 시험 또는 비파괴 시험 이전에 수행된 연마 및/또는 용접이 필요한 불완전 부위의 제거. 참고: 재작업은 수리가 아니다.
- 템퍼 비드.** 열 영향부 또는 이전에 용착된 용접 금속의 야금학적 특성에 영향을 줄 목적으로 용접부 표면의 특정 위치에 배치하는 용접 비드.
- 용접 꼭대기.** 파이프라인 응용 분야에서 용접 보강물 대신 쓰이는 용어.

CERTIFIED WELDING INSPECTOR (CWI)

PART B PRACTICAL

인증용접검사관(CWI)

파트 B 실습

BOOK OF SPECIFICATIONS

(BOS)

시방서

(BOS)

2017



American Welding Society®
CERTIFICATION