

KEPIC 적용사례 : MI-C-107(N-695)

(승인일자 : 2010. 10. 12)

(재 승인일자 : 2020. 12. 31)

KEPIC Case Code : MI-C-107(N-695)

(Approval Date: 10. 12, 2010)

(Reaffirmed : 12. 31, 2020)

제목 : 이종금속 배관 용접부에 대한 인정요건**Subject : Qualification Requirements for Dissimilar Metal Piping Welds****질문 :**

이종금속 배관 용접부에 대한 인정요건에 대하여 부록 VIII, 보완요건 10 대신에 어떠한 대안을 사용할 수 있는가?

Inquiry:

What alternative to the requirements of Appendix VIII, Supplement 10, may be used for qualification requirements for dissimilar metal piping welds?

답변 :

부록 VIII, 보완요건 10 요건의 대안으로서 아래 요건을 사용할 수 있다.

Reply:

It is the opinion of the Committee that as an alternative to the requirements of Appendix VIII, Supplement 10, the following requirements may be used.

1.0 범위

이 적용사례는 내부 또는 외부 표면에서 수행되는 이종금속 배관 용접부의 검사에 적용할 수 있다. 보완요건 10은 입계응력부식균열(IGSCC)을 완화하기 위해 적용되는 부가적인 부식-방지 클래드(CRC)를 포함하는 배관용접부에는 적용할 수 없다.

1.0 SCOPE

This Case is applicable to dissimilar metal piping welds examined from either the inside or outside surface. This Case is not applicable to piping welds containing supplemental corrosion resistant clad (CRC) applied to mitigate intergranular stress corrosion cracking (IGSCC).

2.0 시험편 요건

인정 시험편은 검사 절차서 적용 범위에 기술된 특정제한사항(예: 배관 크기, 용접 이음부 형상 및 접근 제한사항)을 수용하기 위해 시험편 세트를 별도로 설계하는 경우를 제외하고 아래에 열거한 요건들을 만족시켜야 한다. 검출 인정과 크기 평가 인정에 동일한 시험편을 사용할 수도 있다.

2.0 SPECIMEN REQUIREMENTS

Qualification test specimens shall meet the requirements listed herein, unless a set of specimens is designed to accommodate specific limitations stated in the scope of the examination procedure (e.g., pipe size, weld joint configuration, access limitations). The same specimens may be used to demonstrate both detection and sizing qualification.

2.1 일반요건

시험편 세트는 아래의 요건들을 만족해야 한다.

2.1 General

The specimen set shall conform to the following requirements.

(1) 하나의 시험편 세트는 최소 10개의 결점을 포함하고 있어야 한다.

(1) The minimum number of flaws in a specimen set shall be ten.

(2) 시험편은 판독 과정에서 방해 요인이 될 수 있는 의사 반사를 최소화하기 위해 충분한 체적을 가져야 한다.

(3) 시험편 세트는 검사절차서가 적용되는 최대, 최소 배관지름과 두께를 갖는 시험편들을 포함하여야 한다. 호칭 배관지름 1/2 in. 이내인 배관지름은 동일한 것으로 간주한다. 배관지름이 24 in.를 초과할 경우 평판(flat)으로 간주한다. 두께범위를 검사할 경우 허용가능한 두께 공차는 $\pm 25\%$ 이다.

(4) 시험편 세트는 다음에 예시하는 제작 상태를 포함하여야 한다.

(가) 통상적으로 결점과 구분해야 하는 기하학적 상태 및 재료 상태(예: 카운터보어 또는 용접부 루트 상태, 클래딩, 용접버터링, 이전 용접 자투리 부위, 근접한 다른 용접부, 용접 보수부위)

(나) 다음과 같은 전형적인 주사 표면 제한 상태를 포함하여야 한다.

1) 외부 표면에서 검사를 수행하는 경우, 용접 크라운, 지름방향의 수축, 혹은 노즐로 인하여 한 쪽만 접근 가능한 상태 및 또는 안전단부(safe end)의 외부 기울기(taper)

2) 내부 표면에서 검사를 수행하는 경우, 내부 기울기(taper), 노출된 용접 루트, 및 클래딩 상태

(5) 인정요건은 외부 표면 검사 및 내부 표면 검사를 분리하여 만족되어야 한다.

2.2 결점 위치

결점의 최소 80%는 완전하게 용접부 또는 버터링 재료에 위치해야 한다. 최소 1개의 결점과 결점의 10% 이하는 페라이트계 모재에 위치해야 한다. 최소 1개의 결점과 결점의 10% 이하는 오스테나이트계 모재에 위치해야 한다.

2.3 결점 형태

(1) 결점의 최소 60%는 균열이어야 하며, 나머지는 대체 결점이어야 한다. 가능하다면 IGSCC가 내재된 시험편을 사용하여야 한다. 대체 결점은 다음의 요건을 충족하여야 한다.

(2) Specimens shall have sufficient volume to minimize spurious reflections that may interfere with the interpretation process.

(3) The specimen set shall include the minimum and maximum pipe diameters and thicknesses for which the examination procedure is applicable. Pipe diameters within 1/2 in. (13 mm) of the nominal diameter shall be considered equivalent. Pipe diameters larger than 24 in. (610 mm) shall be considered to be flat. When a range of thicknesses is to be examined, a thickness tolerance of $\pm 25\%$ is acceptable.

(4) The specimen set shall include examples of the following fabrication conditions:

(a) geometric and material conditions that normally require discrimination from flaws (e.g., counterbore or weld root conditions, cladding, weld buttering, remnants of previous welds, adjacent welds in close proximity, weld repair areas);

(b) typical limited scanning surface conditions shall be included as follows:

1) for outside surface examination, weld crowns, diametrical shrink, single-side access due to nozzle and safe end external tapers;

2) for inside surface examinations, internal tapers, exposed weld roots, and cladding conditions.

(5) Qualification requirements shall be satisfied separately for outside surface and inside surface examinations.

2.2 Flaw Location

At least 80% of the flaws shall be contained wholly in weld or buttering material. At least one and no more than 10% of the flaws shall be in ferritic base material. At least one and no more than 10% of the flaws shall be in austenitic base material.

2.3 Flaw Type

(1) At least 60% of the flaws shall be crack, and the remainder shall be alternative flaws. Specimens with IGSCC shall be used when available. Alternative flaws shall met the following requirements:

(가) 대체 결점을 사용한다면 대체 결점은 균열과 유사한 반사특성을 가져야 하며, 균열 이식으로 인하여 가동중 발생 결점의 특성을 갖지 않는 의사 반사체가 만들어질 경우에만 사용되어야 한다.

(나) 대체 결점 선단의 폭은 0.002 in. 이하이어야 한다.

(2) 결점의 최소 50%는 2.1(4)에 기술된 부위에 위치해야 한다.

2.4 결점 깊이

모든 결점 깊이는 호칭 배관 벽두께의 10%보다 커야 한다. 결점이 클래딩에 위치할 경우, 결점 깊이는 클래드 호칭 두께보다 커야 한다. 시험편 세트의 결점은 다음과 같이 배분되어야 한다.

결점 깊이 (% 벽두께)	최소 결점 개수
10 - 30 %	20 %
31 - 60 %	20 %
61 - 100 %	20 %

결점의 최소 75%는 벽두께의 10 - 60%의 범위에 있어야 한다.

2.5 결점 방향

(1) 크기 평가 시험편을 제외한 다른 시험편의 경우, 결점의 최소 30%와 70%(정수가 아닌 경우는 이 값보다 큰 다음 정수) 이하는 축방향이어야 한다. 나머지 결점은 원주방향이어야 한다.

(2) 크기 평가 시험편 세트는 다음의 요건을 만족하여야 한다.

(가) 길이 평가 결점은 원주방향이어야 한다.

(나) 깊이 평가 결점의 방향은 2.5 (1)과 같아야 한다.

3.0 기량 검증

검사원 및 절차서 기량검증 시험은 다음의 요건에 따라 수행되어야 한다.

(1) 외부 표면에서 인정하는 경우, 시험편 내면 및 시험편 식별번호가 응시자에게 보이지 않도록 해야 한다. 내부 표면에서 인정하는 경우, 결점 위치 및 시험편 식별번호는 "블라인드 시험"을 유지하기 위해 가려져야 한다. 모든 검사는 결과를 채점하여 응

(a) Alternative flaws, if used, shall provide cracklike reflective characteristics and shall only be used when implantation of cracks would produce spurious reflectors that are uncharacteristics of service-induced flaws.

(b) Alternative flaws shall have a tip width no more than 0.002 in. (0.50 mm).

(2) At least 50% of the flaws shall be coincident with areas described in 2.1(4).

2.4 Flaw Depth

All flaw depths shall be greater than 10% of the nominal pipe wall thickness. Flaw depths shall exceed the nominal clad thickness when placed in cladding. Flaws in the specimen set shall be distributed as follows:

Flaw Depth (% Wall Thickness)	Minimum Number of Flaws
10 - 30 %	20 %
31 - 60 %	20 %
61 - 100 %	20 %

At least 75% of the flaws shall be in the range of 10 to 60% of wall thickness.

2.5 Flaw Orientation

(1) For other than sizing specimens at least 30% and no more than 70% of the flaws, rounded to the next higher whole number, shall be oriented axially. The remainder of the flaws shall be oriented circumferentially.

(2) Sizing specimens shall meet the following requirements.

(a) Length-sizing flaws shall be oriented circumferentially.

(b) Depth-sizing flaws shall be oriented as in 2.5(1).

3.0 PERFORMANCE DEMONSTRATION

Personnel and procedure performance demonstration tests shall be conducted according to the following requirements.

(1) For qualifications from the outside surface, the specimen inside surface and specimen identification shall be concealed from the candidate. When qualifications are performed from the inside surface, the flaw location and specimen identification shall be obscured to maintain a

시자에게 결과를 제시하기 전에 완료되어야 한다. 기량 검증 이후에는 특정 시험편의 시험결과를 공개하지 않아야 하며 응시자가 사용한 시험편을 볼 수 없도록 해야 한다.

3.1 검출 시험

(1) 시험편 세트는 다음의 요건을 충족하는 검출 시험편을 포함하여야 한다.

(가) 시험편은 채점단위로 나누어져야 한다.

1) 각 채점단위는 용접부 길이의 최소 3 in.를 포함하여야 한다.

2) 각 결점의 끝은 무결점 채점단위로부터 최소 1 in. 길이의 무결점 재료에 의해 분리되어야 한다. 결점의 길이는 3 in. 미만일 수 있다.

3) 한 개의 채점단위에 사용되는 용접부 길이의 일부가 다른 채점단위로 사용될 수 없다.

4) 채점단위는 배관 시험편 주위에 균일하게 배치될 필요는 없다.

(나) 검사원 기량검증용 검출 시험 세트는 표 1에서 선정되어야 한다. 무결점 채점단위의 개수는 결점 채점단위 개수의 최소 1.5배이어야 한다.

(다) 결점 및 무결점 채점단위는 무작위로 혼합되어야 한다.

(2) 검사원 기량검증이 검출과 오판에 대한 표 1의 합격기준을 만족한 경우, 검출에 대한 검사장비와 검사원의 자격이 인정된다.

“blind test.” All examinations shall be completed prior to grading the results and presenting the results to the candidate. Divulgence of particular specimen results or candidate viewing of unmasked specimens after the performance demonstration is prohibited.

3.1 Detection Test

(1) The specimen set shall include detection specimens that meet the following requirements.

(a) Specimens shall be divided into grading units.

1) Each grading unit shall include at least 3 in. (76 mm) of weld length.

2) The end of each flaw shall be separated from an unflawed grading unit by at least 1 in. (25 mm) of unflawed material. A flaw may be less than 3 in. (76 mm) in length.

3) The segment of weld length used in one grading unit shall not be used in another grading unit.

4) Grading units need not be uniformly spaced around the pipe specimen.

(b) Personnel performance demonstration detection test sets shall be selected from Table 1. The number of unflawed grading units shall be at least $11/2$ times the number of flawed grading units.

(c) Flawed and unflawed grading units shall be randomly mixed.

(2) Examination equipment and personnel are qualified for detection when personnel performance demonstrations satisfy the acceptance criteria of Table 1 for both detection and false calls.

표 1 검사원 기량검증용 검출시험 합격기준

결함 검출시험 합격기준		무결함 오판시험 합격기준	
결함 검출 채점단위 개수	최소 검출 개수	무결함 오판 채점단위 개수	최대 오판 개수
10	8	15	2
11	9	17	3
12	9	18	3
13	10	20	3
14	10	21	3
15	11	23	3
16	12	24	4
17	12	26	4
18	13	27	4
19	13	29	4
20	14	30	5

TABLE 1 PERSONNEL PERFORMANCE DEMONSTRATION DETECTION TEST ACCEPTANCE CRITERIA

Detection Test Acceptance Criteria		False Call Acceptance Criteria	
No. of Flawed Grading Units	Minimum Detection Criteria	No. of Unflawed Grading Units	Maximum No. of False Calls
10	8	15	2
11	9	17	3
12	9	18	3
13	10	20	3
14	10	21	3
15	11	23	3
16	12	24	4
17	12	26	4
18	13	27	4
19	13	29	4
20	14	30	5

3.2 길이 평가시험

(1) 검출시험에서 보고된 각 원주방향 결점의 길이를 평가하여야 한다.

(2) 길이 평가시험을 검출시험과 연계하여 실시할 경우, 10개 미만의 원주방향 결점이 검출되면 추가 시험편을 응시자에게 제공하여 최소 10개의 결점을 평가하도록 하여야 한다. 평가대상 결점이 포함된 각 시험편의 영역을 응시자에게 알려주어도 좋다. 응시자는 각 영역에 있는 결점의 길이를 측정하여야 한다.

3.2 Length-Sizing Test

(1) Each reported circumferential flaw in the detection test shall be length-sized.

(2) When the length-sizing test is conducted in conjunction with the detection test, and less than ten circumferential flaws are detected, additional specimens shall be provided to the candidate such that at least ten flaws are sized. The regions of each specimen containing a flaw to be sized may be identified to the candidate. The candidate shall determine the length of the flaw in each

(3) 길이 평가시험만을 실시하는 경우, 평가대상 결점이 포함된 각 시험편의 영역을 응시자에게 알려주어도 좋다. 응시자는 각 영역에 있는 결점의 길이를 측정하여야 한다.

(4) 평가한 결점 길이와 실제 결점 길이의 RMS 오차가 0.75 in. 이하인 경우, 길이 평가에 대한 비파괴검사절차서, 장비 및 검사원의 자격이 인정된다.

3.3 깊이 평가시험

(1) 깊이 평가시험은 검출시험과 분리하거나 연계하여 실시할 수 있다. 깊이 평가시험만을 실시하는 경우, 평가대상 결점이 포함된 각 시험편의 영역을 응시자에게 알려주어도 좋다. 응시자는 각 영역에 있는 결점의 최대 깊이를 측정하여야 한다.

(2) 깊이 평가시험을 검출시험과 연계하여 실시할 경우, 10개 미만의 결점이 검출되면 추가 시험편을 응시자에게 제공하여 최소 10개의 결점을 평가하도록 하여야 한다. 평가대상 결점이 포함된 각 시험편의 영역을 응시자에게 알려주어도 좋다. 응시자는 각 영역에 있는 결점의 최대 깊이를 측정하여야 한다.

(3) 평가한 결점 깊이와 실제 결점 깊이의 RMS 오차가 0.125 in. 이하인 경우, 깊이 평가에 대한 비파괴검사절차서, 장비 및 검사원의 자격이 인정된다.

4.0 절차서 인정

절차서 인정은 다음의 추가요건을 포함하여야 한다.

(1) 시험편 세트는 최소 3개의 검사원 기량검증 시험세트와 동등한 것을 포함하여야 한다. 합격한 검사원 기량검증을 절차서 인정에 사용할 수 있다.

(2) 절차서 범위 이내에 포함되는 절차서 인정시험 세트의 모든 결점에 대한 검출능력은 검증되어야 한다. 길이 및 깊이 평가는 3.1, 3.2 및 3.3의 요건을 만족하여야 한다.

(3) 최소한 한 번의 검사원 기량검증이 성공적으로 수행되어야 한다.

(4) 필수 변수의 새로운 값을 인정하기 위해서는

region.

(3) For a separate length-sizing test, the regions of each specimen containing a flaw to be sized may be identified to the candidate. The candidate shall determine the length of the flaw in each region.

(4) Examination procedures, equipment, and personnel are qualified for length-sizing when the RMS error of the flaw length measurements, as compared to the true flaw lengths, do not exceed 0.75 in. (19 mm).

3.3 Depth-Sizing Test

(1) The depth-sizing test may be conducted separately or in conjunction with the detection test. For a separate depth-sizing test, the regions of each specimen containing a flaw to be sized may be identified to the candidate. The candidate shall determine the maximum depth of the flaw in each region.

(2) When the depth-sizing test is conducted in conjunction with the detection test, and less than ten flaws are detected, additional specimens shall be provided to the candidate such that at least ten flaws are sized. The regions of each specimen containing a flaw to be sized may be identified to the candidate. The candidate shall determine the maximum depth of the flaw in each region.

(3) Examination procedures, equipment, and personnel are qualified for depth-sizing when the RMS error of the flaw depth measurements, as compared to the true flaw depths, do not exceed 0.125 in. (3 mm).

4.0 PROCEDURE QUALIFICATION

Procedure qualification shall include the following additional requirements.

(1) The specimen set shall include the equivalent of at least three personnel performance demonstration test sets. Successful personnel performance demonstrations may be combined to satisfy these requirements.

(2) Detectability of all flaws in the procedure qualification test set that are within the scope of the procedure shall be demonstrated. Length and depth sizing shall meet the requirements of 3.1, 3.2, and 3.3.

(3) At least one successful personnel performance demonstration shall be performed.

(4) To qualify new values of essential variables, at least

최소 하나의 검사원 기량검증 세트가 요구된다.
4.0(2)의 합격 시험기준을 만족하여야 한다.

one personnel performance demonstration test set is
required. The acceptance criteria of 4(2) shall be met.