

**KEPIC 적용사례 : MI-C-178-2(N-770-2)**

(승인일자 : 2020. 11. 19 )

**제목 : 명시된 완화 활동 적용 여부와 관계없이  
UNS N06082 또는 UNS W86182의  
용가재로 제작된 가압경수로 1등급 배관 및  
압력용기 노즐 맞대기 용접부에 대한  
대체비파괴검사 요건 및 합격표준**

**질문 :** 완화 활동 적용 여부와 관계없이 Alloy 82/182<sup>1)</sup> 재료로 제작된 가압경수로 1등급 배관 및 용기 노즐 맞대기 용접부에 대해서, KEPIC MI, 표 MIB 2500-1의 검사범주 B-F와 검사범주 B-J 또는 임의요건 부록 R, 표 R 2500-1, 검사범주 R-A의 품목번호 R1.15, 그리고 MIA 4530, MIB 2200, MIB 2400 및 MIB 3000의 요건을 대신하여 사용할 수 있는 대체비파괴검사 요건 및 합격표준은 무엇인가?

**답변 :** 2410(1)에 명시된 완화형태의 적용여부와 관계없이 용가재 UNS N06082(SFA-5.14, ERNiCr-3) 또는 UNS W86182(SFA-5.11, ENiCrFe-3) 또는 두 개 모두의 조합에 의해 제작된 가압경수로 1등급 배관 및 용기 노즐 맞대기 용접부에 대해서, KEPIC MI, 표 MIB 2500-1의 검사범주 B-F와 B-J 또는 임의요건 부록 R, 표 R 2500-1의 검사범주 R-A, 품목번호 R1.15, 그리고 MIA 4530, MIB 2200, MIB 2400 및 MIB 3000의 요건을 대신하여 다음의 비파괴검사 요건과 합격표준이 사용될 수 있다. 각각의 용가재 또는 두 개 모두의 조합을 이하 Alloy 82/182<sup>(1)</sup> 재료로 칭한다.

주 1) Alloy 82 및 Alloy 182는 UNS N06082(SFA-5.14, ERNiCr-3) 및 UNS W86182(SFA-5.11, ENiCrFe-3)에 대해 산업계, 규제기관 및 연구기관에서 사용하는 공통 약어이다.

**KEPIC Code Case : MI-C-178-2(N-770-2)**

(Approval Date: 11. 19, 2020)

**Subject : Alternative Examination Requirements and Acceptance Standards for Class 1 PWR Piping and Vessel Nozzle Butt Welds Fabricated With UNS N06082 or UNS W86182 Weld Filler Material With or Without Application of Listed Mitigation Activities**

**Inquiry:** What alternative examination requirements and acceptance standards to those of KEPIC MI, Table 2500-1, Examination Category B-F and Examination Category B-J; or Nonmandatory Appendix R, Table R-2500-1, Examination Category R-A, Item No. R 1.15; and MIA 4530, MIB 2200, MIB 2400, and MIB 3000, may be used for Class 1 PWR piping and vessel nozzle butt welds fabricated with Alloy 82/182<sup>1)</sup> material with or without the application of mitigation activities?

**Reply :** It is the opinion of the Committee that the following alternatives to the examination requirements and acceptance standards of KEPIC MI, Table 2500-1, Examination Category B-F, and Examination Category B-J; or Nonmandatory Appendix R, Table R-2500-1, Examination Category R-A, Item No. R 1. 15; and MIA 4530, MIB 2200, MIB 2400, and MIB 3000, may be used for Class 1 PWR piping and vessel nozzle butt welds fabricated with weld filler material UNS N06082 (SFA-5.14, ERNiCr-3) or UNS W86182 (SFA-5.11, ENiCrFe-3), or a

Note 1) Alloy 82 and Alloy 182 are common abbreviations used by industry, the regulatory authority, and research organizations for UNS N06082 (SFA-5.14, ERNiCr-3) and UNS W86182 (SFA-5.11, ENiCrFe-3), respectively.

combination of both, with or without the types of mitigation listed in 2410(1). These individual filler materials or a combination of both will be hereinafter referred to as Alloy 82/182<sup>(1)</sup> material.

## 1000 적용범위 및 책임

### 1100 적용범위

(1) (3)~(6)에 규정된 경우를 제외하고, 이 적용사례는 완화활동 적용 여부와 관계없이 Alloy 82/182 재료로 제작된 1등급 압력유지 배관과 용기노즐 맞대기 용접부가 NPS 2 이상인 경우에 해당되는 체적 및 표면검사 그리고 NPS 1 이상의 육안검사에 대한 대체비파괴검사 요건 및 합격표준을 규정한다. 가압기 노즐 맞대기 용접부는 고온관 용접부의 일부로 고려한다.

(2) 이 적용사례는 완화활동의 수행에 사용해서는 안된다. 2410(1)에 규정된 완화활동의 형태에 대해서 완화 전 비파괴검사 요건, 형상 요건, 응력개선 성능기준, 그리고 가동전 비파괴검사 요건을 규정한다.

(3) 상기 (1)에 기술된 맞대기 용접부 중 정상 운전 온도가 525°F 미만인 용접부는 이 적용사례에서 다루지 않는다.

(4) 원자로용기 헤드의 제어봉 구동과 계측기 노즐 하우징의 압력유지 용접부는 이 적용사례에서 다루지 않는다.

(5) 원자로 수환경에 노출된 적이 없는 Alloy 82/182 용접부는 이 적용사례에서 다루지 않는다.

(6) (1)에 규정된 초기에 포함된 완화 또는 완화되지 않은 맞대기 용접부가 이후에 완전히 제거되고 1차수응력부식균열(PWSCC) 저항 재료로 교체된 경우, 그 용접부는 더 이상 이 적용사례의 적용범위에 포함되지 않는다. 이 용접부는 2008년 상 추록까지 MIB 2412(2) 및 2008 하 추록 또는 이후 발행판의 MIB 2411(2)에 따라 신규 용접부로 가동중검사 프로그램에 추가되어야 한다.

## 1000 SCOPE AND RESPONSIBILITY

### 1100 SCOPE

(1) Except as stated in (3) through (6), this Case provides alternative examination requirements and acceptance standards for volumetric examination, and surface examination, where applicable, of NPS 2 (DN 50) and greater and visual examination of greater than NPS 1 (DN 25) pressure retaining Class 1 PWR piping and vessel nozzle butt welds fabricated with Alloy 82/182 materials, with or without application of mitigation activities. Pressurizer nozzle butt welds are considered part of the hot leg welds.

(2) This Case shall not be used to perform mitigation activities. For the types of mitigation activities identified in 2410(1), this Case provides pre-mitigation examination requirements, configuration requirements, stress improvement performance criteria, and preservice examination requirements.

(3) Butt welds described in (1) above with normal operating temperatures of less than 525°F (274°C) are not included in this Case.

(4) Pressure retaining welds in control rod drive and instrument nozzle housings of reactor vessel heads are not included in this Case.

(5) Alloy 82/182 welds never exposed to the reactor water environment are not included in this Case.

(6) If a mitigated or unmitigated butt weld initially included in (1) is subsequently completely removed and replaced with primary water stress corrosion cracking (PWSCC) resistant materials, the weld shall no longer be included in the scope of this Case. The weld shall be added to the ISI Program as a new weld in accordance with MIB 2412(2) in editions and addenda up to and including the Summer 2008 Addenda and in accordance with MIB 2411(2) in the Winter 2008 Addenda or later editions and addenda.

## 1200 비파괴검사 대상 기기

### 1210 비파괴검사 요건

비파괴검사 요건은 다음의 경우에 적용해야 한다.

(1) 비용접식 응력개선 완화와 관계없이 Alloy 82/182 재료로 제작된 1등급 배관 및 압력용기 노즐 맞대기 용접부

(2) Alloy 82/182 재료로 제작되고, UNS N06052(SFA-5.14, ERNiCrFe-7), UNS W86152(SFA-5.11, ENiCrFe-7) 또는 UNS N06054(SFA-5.14, ERNiCrFe-7A)나 또는 이들 용가재의 어떤 조합을 가지고서 전구조 용접오버레이, 최적용접오버레이, 인레이 또는 온레이로 완화된 1등급 배관 및 용기노즐 맞대기 용접부. 각각의 용가재 또는 이들의 조합을 여기에서는 Alloy 52/152<sup>2)</sup>로 칭한다.

## 2000 비파괴검사

### 2200 기준 비파괴검사

1100 범위 내의 용접 형상에 적용되는 표 1에 나열된 비파괴검사는 기준 비파괴검사로써 2500에 따라 모든 항목에 대해 한번 수행되어야 하며, 비파괴검사 결과는 3132의 합격표준과 비교하여 평가되어야 한다. 표 1의 검사 품목 A-1, A-2 및 B에서는 완화되지 않은 맞대기 용접부에 대해 기술하고 있으며 검사 품목 C에서 K까지는 다음과 같은 기법 중 하나를 사용하여 완화된 맞대기 용접부에 대해 기술하고 있다 : 전구조 용접 오버레이, 최적용접오버레이, 응력개선, 인레이 또는 온레이. 검사 품목 C에서 K에 대해서는 가동전 비파괴검사(2220)를 기준 비파괴검사로 설정한다. 이 비파괴검사는 1100의 범위 내에 모든 배관 및 용기노즐 맞대기 용접부를 포함해야 한다. 표 1 및 KEPIC MI,

주 2) Alloy 52, Alloy 152, 그리고 다른 유사한 명칭은 산업계, 규제기관 및 연구기관에서 UNS N06052 (SFA 5.14, ERNiCrFe-7), UNS W86152(SFA-5.11, ENiCrFe-7) 및 UNS N06054 (SFA 5.14, ERNiCrFe-7A)에 대하여 각각 공통 약어로 사용한다. 이 적용사례의 목적에 대해, 이러한 재료들은 동등한 것으로 고려한다.

## 1200 COMPONENTS SUBJECT TO EXAMINATION

### 1210 EXAMINATION REQUIREMENTS

The examination requirements shall apply to the following:

(1) Class 1 piping and vessel nozzle butt welds fabricated with Alloy 82/182 material with nonwelded stress improvement mitigation or without mitigation.

(2) Class 1 piping and vessel nozzle butt welds fabricated with Alloy 82/182 material and mitigated with full structural weld overlay, optimized weld overlay, inlay or onlay with either, or any combination of weld filler materials UNS N06052(SFA-5.14, ERNiCrFe-7), UNS W86152 (SFA-5.11, ENiCrFe-7), or UNS N06054(SFA-5.14, ERNiCrFe-7A). These individual filler materials or any combination thereof will be herein referred to as Alloy 52/152.<sup>3)</sup>

## 2000 EXAMINATION

### 2200 BASELINE EXAMINATION

The examinations listed in Table 1 applicable to the configurations of welds within the scope of 1100 shall be performed in accordance with 2500 completely, once, as a baseline examination and shall be evaluated by comparing the examination results with the acceptance standards in 3132. Inspection Items A-1, A-2, and B of Table 1 describe butt welds which have not been mitigated while Inspection Items C through K describe butt welds which have been mitigated using one of the following techniques: full structural weld overlay, optimized weld overlay, stress improvement, inlay, or onlay. For Inspection Items C through K, the reservice examination (2220) establishes the baseline examination.

NOTE 3) Alloy 52, Alloy 152, and other similar designations are common abbreviations used by industry, the regulatory authority, and research organizations for UNS N06052 (SFA 5.14, ERNiCrFe-7), UNS W86152(SFA-5.11, ENiCrFe-7), and UNS N06054 (SFA 5.14, ERNiCrFe-7A), respectively. For the purposes of this Case, these materials are considered equivalent

부록 VIII의 요건을 만족하면 이 적용사례의 이행 전에 수행된 비파괴검사는 인정될 수 있다. KEPIC MI, 부록 VIII의 요건을 사용하지 않고 검사한 표 1의 검사 품목 A-1, A-2 및 B에 해당되는 용접부는 이 적용 사례를 채택하고 나서 다음 두 번째 핵연료 재장전기간 이내에 비파괴검사 되어야한다. 다른 모든 범주의 용접부는 표 1에 따라 계획해야 한다.

## 2220 보수/교체 활동 또는 응력 개선 후 가동전 비파괴검사

재가동 전에, 표 1에 나열된 적용 가능한 비파괴검사는 보수/교체 활동(전구조 용접오버레이, 최적 용접오버레이, 인레이 또는 온레이에 의한 완화) 또는 응력개선 방법을 사용한 완화에 의해 영향을 받는 품목에 대해 수행되어야한다. 가동전 비파괴검사는 표 1의 합격표준을 만족해야 한다. 3132.3에 따라 가동전 합격은 표 1에 정의한 완화 기법이 적용된 신규 용접 재료에 있는 결점은 허용하지 않는다. 표 1에 명시된 기법에 의해 완화된 이종금속 용접부에서 이전에 평가된 결점이 성장하지 않았거나 신규 평면 결점이 확인되지 않으면 재평가할 필요가 없다.

## 2400 비파괴검사 일정

### 2410 비파괴검사 계획

(1) 표 1에서 요구되는 가동중 비파괴검사 방법 및 주기는 균열 개시 민감도, 균열 진전 가능성 및 완화 기법을 특성화한 파라미터에 따라서 결정되어야 한다.

(가) 균열 개시 민감도는 다음과 같이 기기의 운전 온도에 의해 분류해야 한다.

- 1) 고온관 온도 [580 °F(304 °C) 이상으로 정의

These examinations shall include all piping and vessel nozzle butt welds within the scope of 1100. Examinations performed prior to implementation of this Case that meet the requirements of Table 1 and KEPIC MI, Appendix VIII may be credited. Welds in Table 1 Inspection Item A-1, A-2, and B that have not been examined using KEPIC MI, Appendix VIII requirements shall be examined within the next two refueling outages from adoption of this Case. Welds in all other categories shall be scheduled in accordance with Table 1.

## 2220 PRESERVICE EXAMINATION AFTER REPAIR/REPLACEMENT ACTIVITIES OR STRESS IMPROVEMENT

Prior to return to service, the applicable examinations listed in Table 1 shall be performed on items affected by a repair/replacement activity (mitigation by full structural weld overlay, optimized weld overlay, inlay, or onlay), or by mitigation using stress improvement methods. Preservice examinations shall meet the acceptance standards of Table 1. Preservice acceptance in accordance with 3132.3 shall not be permitted for flaws in new weld material applied with the mitigation techniques defined in Table 1. Previously evaluated flaws in the dissimilar metal weld that were mitigated by the techniques identified in Table 1 need not be reevaluated unless the previously evaluated flaws have grown or new planar flaws have been identified.

## 2400 EXAMINATION SCHEDULE

### 2410 EXAMINATION PROGRAM

(1) Inservice examination methods and frequencies as required by Table 1 shall be determined using the following parameters to characterize the susceptibility to crack initiation, the potential for crack propagation, and the mitigation technique.

(a) Susceptibility to crack initiation shall be categorized by the operating temperature of the component, as follows:

- 1) Hot leg temperatures [defined as

된다.]

가) 고온관은 운전 온도 625 °F(329 °C)(품목 A-1)초과 품목과 운전온도 625 °F(329 °C)(품목 A-2) 이하 품목으로 더 세분화하여 분류해야 한다.

2) 저온관 온도 [525 °F(274 °C) 이상 및 580 °F(304 °C) 미만으로 정의된다.]

(나) 균열 진전 가능성은 다음과 같은 용접부의 상태로 분류된다.

- 1) 균열이 있는 경우
- 2) 균열이 없는 경우

(다) 이 적용사례는 다음의 완화 기법이 포함된다.

- 1) 완전 구조용 용접 오버레이
- 2) 최적화된 용접 오버레이
- 3) 응력개선. 응력개선 기법은 부록 I의 성능 기준 및 측정 또는 정량화 기준을 만족해야 한다.

- 4) 인레이
- 5) 온레이

(2) 1100에 포함된 용접부는 가동중검사 프로그램 내에 특정 개체수로 구분되어야 하고, 표 1 검사품목에 따라 분류되고, 표 1에 따라 비파괴검사가 되어야 한다.

(3) 표1의 검사 품목 C에서 K까지 완화된 용접부는 2008년 상 추록까지의 이전 판 및 추록에서 MIB 2412(2) 및 2008년 하 추록에 따라 신규 용접

부로서 가동중검사 프로그램에 추가되어야 한다.

(4) 1개 보다 많은 완화기법이 사용된 경우, 각 기법을 사용하여 완화된 용접부의 개체수를 표 1에 따라 설정해야 한다. 표 1에서 요구되는 각 검사품목 개체수 또는 각 검사품목 개체수 표본은 (3)에 따라 가동중검사 프로그램에 추가되어야 하며 표 1에 따라 비파괴검사가 되어야 한다.

temperatures  $\geq 580^{\circ}\text{F}$  ( $304^{\circ}\text{C}$ )]

a) The hot leg shall be further divided into items at operating temperatures  $> 625^{\circ}\text{F}$  ( $329^{\circ}\text{C}$ ) (Item A-1) and items at operating temperature  $\leq 625^{\circ}\text{F}$  ( $329^{\circ}\text{C}$ ) (Item A-2)

2) Cold leg temperatures [defined as temperatures  $\geq 525^{\circ}\text{F}$ ( $274^{\circ}\text{C}$ ) and  $< 580^{\circ}\text{F}$  ( $304^{\circ}\text{C}$ )]

(b) The potential for crack propagation is categorized by the status of the weld as follows:

- 1) cracked
- 2) uncracked

(c) The following mitigation techniques are included in this Case:

- 1) Full Structural Weld Overlay
- 2) Optimized weld overlay
- 3) Stress Improvement. Stress improvement techniques shall meet the Performance Criteria and Measurement or Quantification Criteria of Appendix I
- 4) Inlay
- 5) Onlay

(2) Welds included in -1100 shall be identified as unique population within the ISI Program categorized by Table 1 Inspection Items, and examined in accordance with the requirements of Table 1.

(3) The mitigated welds in Table I, Inspection Items C through K, shall be added to the ISI Program as new welds in accordance with MIB 2412(2) in editions and addenda up to and including the Summer 2008 Addenda and in accordance with MIB 2411(2) in the Winter 2008 Addenda and later editions or addenda.

(4) If more than one mitigation technique is used, a population of welds mitigated using each technique shall be established in accordance with Table 1. Each Inspection Item population, or a sample of each Inspection Item population as required by Table 1, shall be added to the ISI Program in accordance with (3) and shall be examined in accordance with Table 1.

**2420 후속 비파괴검사**

후속 비파괴검사는 표 1에 규정되어 있다.

**2420 SUCCESSIVE EXAMINATIONS**

Successive examinations are specified in Table I.

표 1 검사 범주						
Alloy 82/182를 포함한 1등급 가압경수로 압력유지 이중금속배관 및 용기 노즐 맞대기 용접부						
검사품목	검사부위	검사요건/그림번호	검사방법 <sup>&lt;1&gt;</sup>	합격표준	검사범위 및 주기	장주기말까지의 검사연기
A-1	고온관 운전온도(2410) > 625°F 에서 완화되지 않은 맞대기 용접 부	용접부 표면 그림. 1	육안 <sup>&lt;2&gt;</sup> , <3> 체적 <sup>&lt;4&gt;</sup>	3140 3130	각 핵연료 재장전기간 매 두 번째 핵연료 재장전기간 <sup>&lt;5&gt;</sup>	불가
A-2	고온관 운전온도(2410) ≤ 625°F 이하에서 완화되지 않은 맞대기 용접부	용접부 표면 그림. 1	육안 <sup>&lt;2&gt;</sup> , <3> 체적 <sup>&lt;4&gt;</sup>	3140 3130	각 핵연료 재장전기간 매 5년 <sup>&lt;5&gt;</sup>	불가
B	저온관 운전온도(2410) ≥ 525°F < 580°F 미완화 맞대기 용접부	용접부 표면 그림. 1	육안 <sup>&lt;2&gt;</sup> , <3> 체적 <sup>&lt;4&gt;</sup>	3140 3130	장주기에 한번 7년 이내에 매 두 번째 검사 주기 <sup>&lt;5&gt;</sup>	불가
C-1	Alloy 52/152 <sup>&lt;7&gt;</sup> 재료의 완전 구 조용 용접 오버레이에 의해 덧살 된 균열이 없는 <sup>&lt;6&gt;</sup> 맞대기 용접부	그림 2(가) 및 2(나)	체적 <sup>&lt;4&gt;</sup> , <8>, <9>	3130	이들 용접부는 표본기준으로 검사될 개체수에 포함되어야 한 다. 이 개체수의 25 %는 2410에 따라 가동중검사 프로그램에 추가되어야 하고, 각 검사 장주기 동안에 한번 검사되어야 한 다 <sup>&lt;10&gt;</sup> . 선정된 25 % 중 해석된 수명이 10년 미만인 각각의 오 버레이 수명이 초과되기 전에 최소한 한 번 가동중 비파괴검사 를 수행하여야 한다.	<11>
C-2	Alloy 52/152 <sup>&lt;7&gt;</sup> 재료로 보강된 균열이 없는 <sup>&lt;6&gt;</sup> 최적용접오버레이 맞대기 용접부	그림 5(가) 및 5(나)	체적 <sup>&lt;4&gt;</sup> , <14>, <18>	3130	이들 용접부 100 %는 각 검사 장주기에 한 번 검사되어야 한 다. 해석된 수명이 10년 미만인 모든 오버레이의 검사 장주기 는 평가수명 이내 이어야 한다.	<11>



TABLE 1  
EXAMINATION CATEGORIES

**CLASS 1 PWR PRESSURE RETAINING DISSIMILAR METAL PIPING AND VESSEL NOZZLE BUTT WELDS CONTAINING ALLOY 82/182**

Inspection Item	Parts Examined	Examination Requirements/ Fig. No.	Examination Method <sup>&lt;1&gt;</sup>	Acceptance Standard	Extent and Frequency of Examination	Deferral of Examination to End of Interval
A-1	Unmitigated butt weld at Hot Leg operating temperature (-2410)>625°F(329°C)	Weld Surface Fig. 1	Visual <sup>&lt;2&gt;</sup> , <sup>&lt;3&gt;</sup> Volumetric <sup>&lt;4&gt;</sup>	3140 3130	Each refueling outage Every second refueling outage (5)	Not permissible
A-2	Unmitigated butt weld at Hot Leg operating temperature (-2410)≤625°F(329°C)	Weld Surface Fig. 1	Visual <sup>&lt;2&gt;</sup> , <sup>&lt;3&gt;</sup> Volumetric <sup>&lt;4&gt;</sup>	3140 3130	Each refueling outage Every 5 yr (5)	Not permissible
B	Unmitigated butt weld at Cold Leg operating temperature (-2410) ≥525°F(274°C) and < 580°F(304°C)	Weld Surface Fig. 1	Visual <sup>&lt;2&gt;</sup> , <sup>&lt;3&gt;</sup> Volumetric <sup>&lt;4&gt;</sup>	3140 3130	Once per interval Every second inspection period not to exceed 7 yr(5)	Not permissible
C-1	Uncracked <sup>&lt;6&gt;</sup> butt weld reinforced by full structural weld overlay of Alloy 52/152 <sup>&lt;7&gt;</sup> material	Figures 2(a) and 2(b)	Volumetric <sup>&lt;4&gt;</sup> , <sup>&lt;8&gt;</sup> , <sup>&lt;9&gt;</sup>	3130	These welds shall be placed into a population to be examined on a sample basis. Twenty-five percent of this population shall be added to the ISI Program in accordance with -2410 and shall be examined once each inspection interval <sup>&lt;10&gt;</sup> . For each overlay in the 25% sample that has an analyzed life of less than 10 yr, at least one inservice examination shall be performed prior to exceeding the life of the overlay.	<11>
C-2	Uncracked <sup>&lt;6&gt;</sup> butt weld reinforced by optimized weld overlay of Alloy 52/152 <sup>&lt;7&gt;</sup> material	Figures 5(a) and 5(b)	Volumetric <sup>&lt;4&gt;</sup> , <sup>&lt;14&gt;</sup> , <sup>&lt;18&gt;</sup>	3130	100 % of these welds shall be examined once each inspection interval. For any overlays that have an analyzed life of less than 10 yr, the inspection interval shall be less than or equal to the analyzed life.	<11>

검사품목	검사부위	검사요건/ 그림번호	검사방법 (1)	합격표준	검사범위 및 주기	장주기말까지의 검사연기
D	응력개선으로 완화된 균열이 없는 맞대기 용접부 <sup>&lt;12&gt;</sup>	그림 1	체적 <sup>&lt;4&gt;</sup> , <13>	3130	세 번째 핵연료재장전기간 이후 그리고 응력개선 이후 10년 내 에 모든 용접부 검사. 균열의 지시가 보이지 않는 검사체적은 표본기준으로 검사될 개체수에 포함되어야 한다. 이 개체수의 25%는 2410에 따라 가동중검사 프로그램에 추가되어야 하며 각 검사 장주기 동안에 한 번 검사되어야 한다(10). 한 개 이상 유형의 응력개선이 사용된 경우, 각 유형의 응력개선된 용접부 의 개체수로 설정되어야 하고, 각 유형의 25%는 2410에 따라 가동중검사 프로그램에 추가되어야 하며 각 검사 장주기에 한 번 검사되어야 한다(10).	<11>
E	응력개선으로 완화된 균열이 있는 맞대기 용접부(12), (18)	그림 1 또는 그림 5	체적 (4), (13), (14)	3130	응력개선 적용 이후 첫 번째 또는 두 번째 핵연료재장전기간 중에 한번. 균열 성장 또는 신규 균열의 지시가 보이지 않는 검사 체적은 표본기준으로 검사될 개체수에 포함되어야 한다. 이 개체수의 25%는 2410에 따라 가동중검사 프로그램에 추가 되어야 하며 각 검사 장주기 동안에 한번 검사되어야 한다(10). 하나의 형태 이상 응력개선이 사용된 경우, 각 형태의 응력개 선된 용접부의 개체수로 설정되어야 하고, 각 형태의 25%는 2410에 따라 가동중검사 프로그램에 추가되어야 하며 각 검사 장주기 동안에 한번 검사(10).	<11>

TABLE 1  
EXAMINATION CATEGORIES

**CLASS 1 PWR PRESSURE RETAINING DISSIMILAR METAL PIPING AND VESSEL NOZZLE BUTT WELDS CONTAINING ALLOY 82/182**

Inspection Item	Parts Examined	Examination Requirements/ Fig. No.	Examination Method(1)	Acceptance Standard	Extent and Frequency of Examination	Deferral of Examination to End of Interval
D	Uncracked butt weld mitigated with stress improvement <sup>&lt;12&gt;</sup>	Figure 1	Volumetric <sup>&lt;4&gt;</sup> , <13>	3130	Examine all welds no sooner than the third refueling outage and no later than 10 yr following stress improvement. Examination volumes that show no indication of cracking shall be placed into a population to be examined on a sample basis. Twenty-five percent of this population shall be added to the ISI Program in accordance with 2410 and shall be examined once each inspection interval(10). If more than one type of stress improvement is used, the population of each type of stress improved welds shall be established and 25% of each type shall be added to the ISI Program in accordance with 2410 and shall be examined once each inspection interval (10).	<11>
E	Cracked butt weld mitigated with stress improvement <sup>&lt;12&gt;</sup>	Figure 1	Volumetric <sup>&lt;4&gt;</sup> , <13>	3130	Once during the first or second refueling outage following application of stress improvement. Examination volumes that show no indication of crack growth or new cracking shall be placed into a population to be examined on a sample basis. Twenty-five percent of this population shall be added to the ISI Program in accordance with 2410 and shall be examined once each inspection interval (10). If more than one type of stress improvement is used, the population of each type of stress improved welds shall be established and 25 % of each type shall be added to the ISI Program in accordance with 2410 and shall be examined once each inspection interval (10).	<11>

검사품목	검사부위	검사요건/그림번호	검사방법(1)	합격표준	검사범위 및 주기	장주기말까지의 검사연기
F-1	Alloy 52/152 <sup>&lt;7&gt;</sup> 재료로 보강된 균열이 있는 전구조 용접오버레이 맞대기 용접부	그림 2(가) 및 2(나)	체적 <sup>&lt;4&gt;</sup> , <8>, <9>	3130	오버레이 적용 이후 첫 번째 또는 두 번째 핵연료재장전 기간 중에 한번. 균열성장 또는 신규균열의 지시를 보이 지 않는 검사체적은 표본기준으로 검사될 개체수에 포함 되어야 한다. 이 개체수의 25%는 2410에 따라 가동중검 사 프로그램에 추가되어야 하며 각 검사 장주기 동안에 한 번 검사되어야 한다(10). 10년 미만의 설계수명을 가 진 25% 표본내의 F 또는 각 오버레이는 수명만료 전에 적어도 한 번은 가동중 비파괴검사를 수행하여야 한다.	<11>
F-2	Alloy 52/152 <sup>&lt;7&gt;</sup> 재료의 최적용접 오버레이에 의해 덧살된 균열이 있는 맞대기 용접부	그림 5(가) 및 5(나)	체적 <sup>&lt;4&gt;</sup> , <14>, <18>	3130	오버레이 적용 이후 첫 번째 또는 두 번째 핵연료재장전 기간 중에 한번. 균열성장 또는 신규균열의 지시를 보이 지 않는 검사체적은 각 검사 장주기에 한 번 검사되어야 한다. 해석된 수명이 10년 미만인 모든 오버레이의 검사 장주기는 평가수명 이내 이어야 한다.	<11>
G	Alloy 52/152 재료의 인레이 <sup>&lt;15&gt;</sup> 로 완화된 균열이 없는맞대기 용접부	그림 3	체적 (4), (16) 표면 (17)	3130	모든 용접부에 대해 세 번째 핵연료재장전 이후 그리고 인레이의 해석된 수명 또는 인레이 이후 10년 중 짧은 기간 내에 체적검사 <sup>&lt;16&gt;</sup> 및 표면검사 <sup>&lt;17&gt;</sup> 를 수행한다. 인레 이의 설계수명 또는 인레이 이후 10년 이내에 수행해야 한다. 균열지시를 보이지 않는 검사체적은 표본기준으로 검사되는 개체수에 포함되어야 한다. 개체수의 25%는 용 접부 내면으로부터 표면검사(17), 그리고 내면 또는 외면 으로부터 체적검사(16)가 수행되어야한다. 25% 표본은 2410에 따라 가동중검사 프로그램에 추가되어야하며 각 검사 장주기(10)동안에 한 번 검사되어야 한다.	<11>

TABLE 1  
EXAMINATION CATEGORIES

**CLASS 1 PWR PRESSURE RETAINING DISSIMILAR METAL PIPING AND VESSEL NOZZLE BUTT WELDS CONTAINING ALLOY 82/182**

Inspection Item	Parts Examined	Examination Requirements/ Fig. No.	Examination Method(1)	Acceptance Standard	Extent and Frequency of Examination	Deferral of Examination to End of Interval
F-1	Cracked butt weld reinforced by full structural weld overlay of Alloy 52,152 material <sup>&lt;7&gt;</sup>	Figures 2(a) and 2(b)	Volumetric <sup>&lt;4&gt;</sup> , <8>, <9>	3130	Once during the first or second refueling outage following overlay. Weld overlay examination volumes that show no indication of crack growth or new cracking shall be placed into a population to be examined on a sample basis. Twenty-five percent of this population shall be added to the ISI Program in accordance with 2410 and shall be examined once each inspection interval (10). F or each overlay in the 25% sample that has a design life of less than 10 yr, at least one inservice examination shall be performed prior to exceeding the life of the overlay.	<11>
F-2	Cracked butt weld reinforced by optimized weld overlay of Alloy 52/152 <sup>&lt;7&gt;</sup> material	Figures 5(a) and 5(b)	Volumetric <sup>&lt;4&gt;</sup> , <14>, <18>	3130	Once during the first or second refueling outage following overlay. Examination volumes that show no indication of crack growth or new cracking shall be examined once each inspection interval. For any overlays that have an analyzed life of less than 10 yr, the inspection interval shall be less than or equal to the analyzed life.	<11>
G	Uncracked butt weld mitigated with an inlay of Alloy 52/152 material <sup>&lt;7&gt;&lt;15&gt;</sup>	Figure 3	Volumetric <sup>&lt;4&gt;</sup> , <16> Surface <sup>&lt;17&gt;</sup>	3130	Perform a volumetric examination <sup>&lt;16&gt;</sup> and a surface examination <sup>&lt;17&gt;</sup> of all welds no sooner than the third refueling outage and no later than the shorter of 10 yr following inlay or the analyzed life of the inlay. Examination volumes that show no indications of cracking shall be placed into a population to be examined on a sample basis. Twenty-five percent of this population shall receive a surface examination <sup>&lt;17&gt;</sup> performed from the weld inside surface and a volumetric examination <sup>&lt;16&gt;</sup> performed from either the inside or outside surface. The 25% sample shall be added to the ISI Program in accordance with 2410 and shall be examined once each inspection interval <sup>&lt;10&gt;</sup> .	<11>

검사품목	검사부위	검사요건/그림번호	검사방법(1)	합격표준	검사범위 및 주기	장주기말까지의 검사연기
H	온레이(15)에 의해 완화된 균열이 없는 맞대기 용접부	그림 4	체적 (4), (16) 표면 (17)	3130	모든 용접부에 대해 세 번째 핵연료재장전 이후 그리고 온레이 설계수명 또는 온레이 이후 10년 중 짧은 기간 내에 체적검사(16) 및 표면검사(17)를 수행한다. 균열지시를 보이지 않는 검사체적은 표본기준으로 검사되는 개체수에 포함되어야 한다. 개체수의 25%는 용접부 내면으로부터 표면 검사(17), 그리고 내면 또는 외면으로부터 체적검사(16)가 수행되어야한다. 25% 표본은 2410에 따라 가동중검사 프로그램에 추가되어야 하며 각 검사 장주기동안에 한번 검사되어야한다(10).	<11>
J	인레이(15)로 완화된 균열이 있는 맞대기 용접부	그림 3	체적 (4), (16) 표면 (17)	3130	인레이 적용 후 첫 번째 또는 두 번째 핵연료재장전기간 중에 한 번 검사. 검사는 체적검사(16)와 표면검사(17)를 포함해야 한다. 신규균열의 지시 또는 균열의 성장이 보이지 않는 검사체적은 표본기준으로 검사될 개체수에 포함되어야 한다. 개체수의 25%는 용접부 내면으로부터 표면 검사(17), 그리고 내면 또는 외면으로부터 체적검사(16)가 수행되어야한다. 25% 표본은 2410에 따라 가동중검사 프로그램에 추가되어야하며 각 검사 장주기동안에 한번 검사되어야한다(10).	<11>

TABLE 1  
EXAMINATION CATEGORIES

**CLASS 1 PWR PRESSURE RETAINING DISSIMILAR METAL PIPING AND VESSEL NOZZLE BUTT WELDS CONTAINING ALLOY 82/182**

Inspection Item	Parts Examined	Examination Requirements/ Fig. No.	Examination Method(1)	Acceptance Standard	Extent and Frequency of Examination	Deferral of Examination to End of Interval
H	Uncracked butt weld mitigated with an onlay of Alloy 52/152 material <sup>1&lt;7&gt;&lt;15&gt;</sup>	Figure 4	Volumetric <sup>&lt;4&gt;</sup> , <sup>&lt;16&gt;</sup> Surface <sup>&lt;17&gt;</sup>	3130	Perform a volumetric examination <sup>&lt;16&gt;</sup> and a surface examination <sup>&lt;17&gt;</sup> of all welds no sooner than the third refueling outage and no later than the shorter of 10 yr following onlay or the analyzed life of the onlay. Examination volumes that show no indications of cracking shall be placed into a population to be examined on a sample basis. Twenty-five percent of this population shall receive a surface examination <sup>&lt;17&gt;</sup> performed from the weld inside surface and a volumetric examination <sup>&lt;16&gt;</sup> performed from either the inside or outside surface. The 25% sample shall be added to the ISI Program in accordance with 2410 and shall be examined once each inspection interval <sup>&lt;10&gt;</sup> .	<11>
J	Cracked butt weld mitigated with an inlay of Alloy 52/152 material <sup>1&lt;7&gt;&lt;15&gt;</sup>	Figure 3	Volumetric <sup>&lt;4&gt;</sup> , <sup>&lt;16&gt;</sup> Surface <sup>&lt;17&gt;</sup>	3130	Once during the first or second refueling outage following application of inlay. This examination shall include a volumetric examination <sup>&lt;16&gt;</sup> and a surface examination <sup>&lt;17&gt;</sup> . Examination volumes that show no indications of new cracking or crack growth shall be placed into a population to be examined on a sample basis. Twenty-five percent of this population shall receive a surface examination <sup>&lt;17&gt;</sup> performed from the weld inside surface and a volumetric examination <sup>&lt;16&gt;</sup> performed from either the inside or outside surface. The 25% sample shall be added to the ISI Program in accordance with 2410 and shall be examined once each inspection interval <sup>&lt;10&gt;</sup> .	<11>

검사품목	검사부위	검사요건/ 그림번호	검사방법(1)	합격표준	검사범위 및 주기	장주기말까지의 검사연기
K	온레이(15)에 의해 완화된 균열이 있는 맞대기 용접부	그림 4	체적 (4), (16) 표면 (17)	3130	온레이 적용 후 첫 번째 또는 두 번째 핵연료재장전기 간 중에 한번 검사. 검사는 체적검사(16)와 표면검사 (17)를 포함해야 한다. 신규 균열의 지시 또는 균열의 성장이 보이지 않는 검사체적은 표본기준으로 검사될 개체수에 포함되어야 한다. 개체수의 25%는 용접부 내면으로부터 표면검사(17), 그리고 내면 또는 외면으 로부터 체적검사(16)가 수행되어야한다. 25% 표본은 2410에 따라 가동중검사 프로그램에 추가되어야하며 각 검사 장주기동안에 한번 검사되어야한다(10).	<11>



TABLE 1 EXAMINATION CATEGORIES						
CLASS 1 PWR PRESSURE RETAINING DISSIMILAR METAL PIPING AND VESSEL NOZZLE BUTT WELDS CONTAINING ALLOY 82/182						
Inspection Item	Parts Examined	Examination Requirements/ Fig. No.	Examination Method(1)	Acceptance Standard	Extent and Frequency of Examination	Deferral of Examination to End of Interval
K	Cracked butt weld mitigated with an onlay (15)	Figure 4	Volumetric (4), (16) Surface (17)	3130	Once during the first or second refueling outage following application of onlay. This examination shall include a volumetric examination <sup>&lt;16&gt;</sup> and a surface examination <sup>&lt;17&gt;</sup> . Examination volumes that show no indications of new cracking or crack growth shall be placed into a population to be examined on a sample basis. Twenty-five percent of this population shall receive a surface examination <sup>&lt;17&gt;</sup> performed from the weld inside surface and a volumetric examination <sup>&lt;16&gt;</sup> performed from either the inside or outside surface. The 25% sample shall be added to the ISI Program in accordance with 2410 and shall be examined once each inspection interval <sup>&lt;10&gt;</sup> .	<11>

## 주

- (1) 체적검사 요건, 방법, 합격표준과 주기는 공칭 지름 2(DN 50) 이상의 가압경수로 1등급 배관 및 압력용기 노즐 맞대기 용접부에 적용한다.
- (2) 육안검사는 다음으로 구성됨.
  - (가) 육안검사를 위하여 보온재가 제거 또는 인양된 용접부 전체 외면의 금속나면에 대한 직접검사.
  - (나) 직접육안검사는 용접부로부터 4 ft의 거리 이내에서 수행되어야 하고, 높이 0.105 in. 이하의 소문자를 구별할 수 있는 분해능이 나올 수 있도록 사전에 조도 검증을 수행해야 함.
  - (다) 대안으로, 상기 (가)와 (나)에 정의된 금속나면 직접육안검사와 대등한 용접 금속 표면에 대한 분해능을 갖춘 원격 육안검사 장비를 사용하여 보온재가 설치 또는 제거된 상태에서 육안검사를 수행해도 된다.
  - (라) 육안검사를 수행하는 검사자는 VT-2 육안검사자 자격이 인증되어야 하며 Alloy 600/82/182 기기로부터 봉산수 누설의 검출과 이로 인한 인접한 페라이트계 강 기기에 발생하는 봉산 부식에 대한 추가 훈련을 적어도 4시간 이상 이수하여야 한다.
  - (마) 육안검사는 계통의 감압상태에서 수행 할 수 있다.
- (3) 운전정지기간 동안 용접부 외면에서 수행되는 체적검사와 함께 육안검사를 수행하여도 된다. 이 표의 육안검사 요건 대신에 표 1 및 부록 VIII(2000년판 또는 이후 발행판)에 따른 기기 내면 또는 외면에서 초음파탐상검사를 수행하여도 된다.
- (4) 부록 VIII의 요건에 적합한 초음파 체적검사가 사용되어야 한다.
- (5) 내면에 연결된 평면결점이 있는 완화되지 않은 용접부에 대한 후속 가동중검사
  - (가) 평면 표면결점이 맞대기 용접부/모재 내면에서 검출된 경우, 매 핵연료재장전 기간 또는 3132.3의 균열성장분석에 의해 결정된 기간 중 짧은 주기로 재검사되어야 한다.
  - (나) 용접부는 완화되지 않는 경우 (가)에서 요구되는 주기로 후속 검사되어야 한다.
- (6) 전구조 및 최적용접오버레이에 대한 용접 전 오버레이 비파괴검사
  - (가) 아래 (나) 및 (다)의 경우를 제외하고, 전구조 또는 최적용접오버레이 전에 체적검사를 수행하여야 하며 그림 1의 검사체적을 포함하여야 한다.
  - (나) (가)의 대안으로, 전구조 용접오버레이 전에 체적검사를 수행하지 않은 경우, 균열이 있

## NOTES:

- (1) Volumetric examination requirements, methods, acceptance standards and frequencies are applicable to Class 1 PWR piping and vessel nozzle butt welds NPS 2 <DN 50) or greater.
- (2) A VE shall consist of the following:
  - (a) A direct examination of the bare metal surface of the entire outer surface of the weld with the insulation removed or lifted to allow access for the VE.
  - (b) The direct VE shall be performed at a distance not greater than 4 ft (1.2 m) from the weld and with a demonstrated illumination level sufficient to allow resolution of lower case characters having a height of not greater than 0.105 in. (2.7 mm).
  - (c) Alternatively, the VE may be performed with insulation in place or removed using remote visual equipment that provides resolution of the weld metal surface equivalent to a bare metal direct VE as defined in (a) and (b), above.
  - (d) Personnel performing the VE shall be qualified as a VT-2 visual examiner and shall have completed at least four (4) hours of additional training in detection of boric acid leakage from Alloy 600/82/182 components and the resulting boric acid corrosion of adjacent ferritic steel components.
  - (e) Examination may be performed with the system depressurized.
- (3) A VE may be performed during an outage when a volumetric examination is performed from the weld outer surface. An ultrasonic examination performed from the component inside or outside surface in accordance with the requirements of Table 1 and Appendix VIII (2000 Edition or the or later) shall be acceptable in lieu of the VE requirement of this table.
- (4) Ultrasonic volumetric examination shall be used and shall meet the applicable requirements of Appendix VIII.
- (5) Subsequent Inservice Inspection of Unmitigated Welds With inside Surface Connected Planar Flaws
  - (a) If planar surface flaws are detected in the butt weld/base metal inside surface, this weld shall be reexamined at the shorter frequency of every refueling outage or the frequency determined by the crack growth analysis of 3132.3.
  - (b) This weld shall be subsequently examined at the frequency required by (a) unless mitigated
- (6) Preweld Overlay Examination for Full Structural and Optimized Weld Overlays
  - (a) Except as provided in (b) and (c), volumetric examination shall be performed prior to full structural or optimized weld overlay and shall include the examination volume of Figure 1.
  - (b) As an alternative to (a), if the volumetric examination prior to the full structural weld overlay is

다고 가정하고 검사품목 F-1으로 분류되어야 한다.

(다) 비파괴검사 수행을 위해 노심내부구조물을 제거해야 하는 저온관 온도에 있는 원자로용기 노즐 용접부의 경우, 용접 오버레이의 적용 전에 체적검사가 요구되지 않는다. 용접 오버레이 전체적검사가 수행되지 않았다면, 용접 오버레이 후의 표면검사와 체적검사로 구성된 가동전 비파괴검사는 노심내부구조물이 제거된 상태에서 수행되어야 한다. 이러한 비파괴검사로 균열이 발견되지 않으면, 용접부는 균열이 없는 것으로 간주하고 검사품목 C-1 또는 C-2의 비파괴검사 요건을 적용해야 한다. 이 용접 오버레이 후 체적검사는 그림 1 검사체적 및 그림 2(가) 또는 그림 5(가)의 검사체적을 포함해야 한다. 이 용접 오버레이 후 체적검사는 그림 1 및 그림 2(가)의 검사체적을 포함해야 한다. 용접 오버레이 후 가동전 표면 비파괴검사는 그림 1의 E~F 범위로 확장된 용접부 내면에 대해 MIA 2223에 따른 와전류탐상검사로 수행하여야 한다.

(라) 균열이 MIA 4000에 따라 보수/교체 활동에 의해 완전히 제거되고, 용접 오버레이가 적용된 경우, 용접부는 검사품목 C-1 또는 C-2로 재분류되어야 한다.

(7) Alloy 52, Alloy 152, 그리고 다른 유사한 명칭은 산업계, 규제기관 및 연구기관에서 UNS N06052(SFA 5.14, ERNiCrFe-7), UNS W86152(SFA-5.11, ENiCrFe-7) 및 UNS N06054(SFA 5.14, ERNiCrFe-7A)에 대하여 각각 공통 약어로 사용한다. 각각의 용가재 또는 이들의 조합을 이하 Alloy 52/152로 칭한다.

(8) 구조적 용접 오버레이에 대한 가동중검사

(가) 그림 2(가)의 용접 오버레이 검사체적은 용접 오버레이의 합격여부 및 신규 또는 기존 균열이 원 용접부 또는 모재의 외측 25% 또는 오버레이 내부로 진전되었는지 결정하기 위하여 초음파 탐상검사가 수행되어야 한다. 사각빔은 배관 축에 수직 및 수평방향으로 네 방향에서 주사되어야 한다.

(나) 용접 오버레이는 3132의 요건을 만족해야 한다. 결점 아래 모재(예, 안전단, 노즐 또는 배관재료)가 1차수응력부식균열에 민감하지 않는 경우, 평면 지시의 합격표준 적용에서 그림 2(나)에 정의된  $t_1$  또는  $t_2$ 의 두께는 MIB 3514의 호칭벽두께를 사용해야 한다. 민감한 재료는  $t_1$ 을 사용해야 한다.

(다) (가)의 대안으로, 가동중검사에 대해 그림 1의 용접부 검사체적을 초음파탐상검사로 수행해도 된다. 균열이 용접부 검사체적을 넘어서까지 확장되어 검출된 경우, 용접 오버

not performed, it shall be assumed to be cracked and shall be classified F-1.

(c) For reactor vessel nozzle welds at cold leg temperatures requiring the core internals to be removed to perform the examination, the volumetric examinations are not required prior to application of the weld overlay. If the pre-weld overlay volumetric examination is not performed, a post-weld overlay preservice examination consisting of a surface examination and a volumetric examination shall be performed after removal of the core internals. If these examinations do not detect cracks, the weld shall be considered to be uncracked and shall be subject to the examination requirements of Inspection Item: C-1 or C-2. This postweld overlay volumetric examination shall include the examination volume in Figure 1 and the examination volume in Figure 2(a) or Figure 5(a). The post-weld overlay preservice surface examination shall be performed on the weld inside surface, extent E-F of Figure 1, and shall consist of an eddy current examination in accordance with MIA 2223.

(d) If the crack is completely removed by a repair/replacement activity in accordance with MIA 4000 and the weld overlay is then applied, the weld shall be reclassified Inspection Item C-1 or C-2.

(7) Alloy 52, Alloy 152, and other similar designations are common abbreviations used by industry, the regulatory authority, and research organizations for UNS N06052 (SFA-5.14, ERNiCrFe-7), UNS W86152 (SFA-5.11, ENiCrFe-7), and UNSN06054 (SFA- 5.14, ERNiCrFe-7A), respectively. These individual filler materials or any combination thereof are referred to as Alloy 52/152.

(8) Inservice Inspection of Full Structural Weld Overlay

(a) The weld overlay examination volume in Figure 2(a) shall be ultrasonically examined to determine the acceptability of the weld overlay and to determine if any new or existing cracks have propagated into the outer 25% of the original weld or base material or into the overlay. The angle beam shall be directed perpendicular and parallel to the piping axis, with scanning performed in four directions.

(b) The weld overlay shall meet the requirements of 3132. In applying the acceptance standards to planar indications, the thickness  $t_1$  or  $t_2$ , defined in Figure 2(b), shall be used as the nominal wall thickness in MIB 3514, provided the base material beneath the flaw(i.e., safe end, nozzle, or piping material) is not susceptible to PWSCC. For susceptible material,  $t_1$  shall be used.

(c) As an alternative to (a), for inservice inspection, the weld examination volume in Figure 1 may be ultrasonically examined. If cracking is detected extending beyond the weld

레이의 합격여부 결정을 위하여 상기 (가), (나)의 용접부 비파괴검사가 수행되어야 한다.

- (라) (가), (나) 또는 (다)의 가동중 비파괴검사에서 균열성장이나, 용접오버레이 또는 원래 용접부/모재의 외측 25%에서 합격표준을 만족하는 신규 균열이 발견된다면, 용접 오버레이 검사체적은 균열성장 또는 새로운 균열의 검출 이후 첫 번째 또는 두 번째 핵연료재장전기간 동안에 재검사되어야 한다. 용접오버레이 검사체적은 한 번 또는 두 번의 핵연료재장전기간 기간에 추가로 두 번의 비파괴검사가 계속해서 수행되어야 한다. 즉, 균열성장 또는 신규 균열이 검출된 후 여섯 번 핵연료재장전기간 내에 총 3번의 검사를 수행.
- (마) (라)에 따른 세 번의 후속 비파괴검사에서 결점의 근본적인 변화가 없을 경우, 용접부 비파괴검사 일정은 표 1에 규정된 표본 및 비파괴검사 일정으로 복귀 할 수 있다. 이 용접부는 25% 표본에 포함되어야 한다.

(9) 완전 구조용 용접 오버레이에 대한 가동전검사

- (가) 그림 2(가)의 검사체적은 초음파탐상검사로 수행되어야 한다. 사각빔은 원 용접부 또는 모재 두께의 외측 25% 또는 용접 오버레이 내부로 진전된 평면결점의 위치와 크기에 대해, 배관 축에 수직 및 수평방향이어야 하며, 네 방향으로 주사되어야 한다. 주조 오스테나이트계 스테인리스강 모재의 용접 오버레이는 100% 벽을 관통한 결점이 균열성장 분석에 사용된 경우, 용접 오버레이 내에 있거나 오버레이로 진전된 평면결점에 대해서만 위치와 크기를 측정하여야 한다.

- (나) MIB 3514의 가동전 비파괴검사 합격표준은 용접 오버레이 재료의 결점에 만족되어야 한다. 평면지시에 합격표준을 적용할 경우, 그림 2(나)에 정의된  $t_1$  또는  $t_2$ 의 두께는 MIB 3514의 호칭 벽두께가 사용되어야 하고, 결점 아래 모재[예, 안전단부(safe end), 노즐 또는 배관재료]가 1차수응력부식균열(PWSCC)에 민감하지 않아야 한다. 민감한 재료의 경우, 원 용접부 또는 모재 두께의 외측 25%에 있는 평면결점은 3132.3(라)의 설계 분석 요건을 만족해야 한다.

- (다) MIB 3640의 결점 평가 요건은 가동전 비파괴검사중에 확인된 MIB 3514의 가동전 비파괴검사 합격표준을 초과한 용접 오버레이 재료의 평면결점에 대해 적용하지 않는다.

- (10) 25% 표본이 검사품목 중 가장 높은 운전온도를 경험하는 용접부가 포함되도록 25% 표본은 후속 장주기 동안 동일한 순서에 같은 용접부로 구성되어야 한다. 고온관과 저온관

examination volume, the weld examination of (a) and (b) above shall be performed to determine the acceptability of the weld overlay.

- (d) If inservice examinations of (a), (b), or (c) reveal crack growth, or new cracking in the weld overlay or outer 25% of original weld/base material meeting the acceptance standards, the weld overlay examination volume shall be reexamined during the first or second refueling outage following detection of the crack growth or new cracking. The weld overlay examination volume shall be subsequently examined two additional times at the period of one or two refueling outages, i.e., a total of three examinations within six refueling outages of detection of the crack growth or new cracking.
- (e) If the examinations required by (d) reveal that the flaws remain essentially unchanged for three successive examinations, the weld examination schedule may revert to the sample and schedule of examinations identified in Table 1. This weld shall be included in the 25% sample.

(9) Preservice Inspection for a Full Structural Weld Overlay

- (a) The examination volume in Figure 2(a) shall be ultrasonically examined. The angle beam shall be directed perpendicular and parallel to the piping axis, with scanning performed in four directions, to locate and size any planar flaws that have propagated into the outer 25% of the original weld or base metal thickness or into the weld overlay. For weld overlays on cast austenitic stainless steel base materials, if a 100% through-wall flaw is used for the crack growth analysis, only planar flaws that have propagated into the weld overlay or are in the overlay shall be located and sized.
- (b) The preservice examination acceptance standards of MIB 3514 shall be met for flaws in the weld overlay material. In applying the acceptance standards to planar indications, the thickness,  $t_1$  or  $t_2$ , defined in Figure 2(b), shall be used as the nominal wall thickness in MIB 3514, provided the base material beneath the flaw(i.e., safe end, nozzle, or piping material) is not susceptible to PWSCC. For susceptible material,  $t_1$  shall be used. Planar flaw in the outer 25% of the original weld or base material thickness shall meet the design analysis requirements of 3132.3(d).
- (c) The flaw evaluation requirements of MIB 3640 shall not be applied to planar flaws in the weld overlay material, identified during preservice examination, that exceed the preservice examination acceptance standards of MIB 3514
- (10) The 25% sample shall consist of the same welds in the same sequence during successive intervals to the extent practical provided the 25% sample contains the welds that experience the

용접부가 같은 검사품목에 포함된 경우 최초 25% 표본은 저온관 용접부를 포함할 필요는 없다. 25% 표본에 포함되지 않는 용접부는 발전소가 완화평가주기를 넘어서 가동될 경우, 완화평가주기가 끝나기 전에 비파괴검사를 수행해야 한다.

(11) 비파괴검사 연기

(가) 완화 이전에 표 MIB 2500-1, 검사범주 B-J로 최초 분류된 용접부의 비파괴검사는 장주기의 마지막으로 연기가 허용되지 않는다.

(나) 완화 이전에 표 MIB 2500-1, 검사범주 B-F, 품목번호 B5.10 및 B5.20으로 최초 분류된 용접부의 비파괴검사는 용접 인레이, 온레이, 오버레이 또는 응력개선 후에 다음과 같이 연기할 수 있다.

1) 검사품목 C-1 또는 C-2의 비파괴검사는 장주기 마지막으로 연기할 수 있고 검사범주 B-D에서 요구되는 압력용기 노즐 비파괴검사와 동시에 수행할 수 있다.

2) 검사품목 D에서 K까지에 대한 용접인레이, 용접온레이, 용접오버레이 또는 응력개선 후 첫 번째 검사는 규정대로 수행해야 한다. 검사품목 D에서 K까지에 대한 후속검사는 검사범주 B-D에서 요구되는 압력용기 노즐 비파괴검사와 동시에 수행할 수 있다.

3) 용접 인레이, 온레이, 오버레이 또는 응력개선 이후 후속검사 장주기 경우, 추가적인 보수/교체 활동이 검사품목에 대해 수행되지 않았고, 완화용접부내에 표 1에 따른 후속 비파괴검사가 요구되는 결점 또는 유관상태가 없다면, 후속 비파괴검사는 장주기말로 연기할 수 있다.

(다) 완화 전에 임의부록 R에 따라 분류된 용접부는 완화 이후에 각 배관구조요소의 형상 및 잔여 가상 열화기구를 기초로 하여 재분류해야 한다. 비파괴검사의 연기는 상기 (가)와 (나)에 따라야 한다.

(12) 응력개선 기법이 사용된 경우, 다음을 만족해야 한다.

(가) 아래 (마)를 제외하고, 체적검사는 응력개선 기법 적용 전 용접부에 대해 수행되어야 한다. 응력개선 전 검사는 응력개선이 적용되는 동일 운전정지기간에 하거나 균열이 없는 용접부의 경우에는 응력개선 적용 이전의 한 주기 이내에 수행해야 한다. 검사체적은 그림 1을 적용한다.

(나) 응력개선 후 비파괴검사가 요구되며 가동전 기준 비파괴검사로 간주해야 한다. 검사체

highest operation temperature in the Inspection Item. If hot leg and cold leg welds are included in the same Inspection Item, the initial 25% sample does not need to include the cold leg welds. Those welds not included in the 25% sample shall be examined prior to the end of the mitigation evaluation period if the plant is to be operated beyond that time.

(11) Deferral of Examinations

(a) Examinations of welds originally classified Table MIB 2500-1, Category B-J welds prior to mitigation are not permitted to be deferred to the end of the interval.

(b) Examinations of welds originally classified Table MIB 2500-1, Category B-F welds, Item Numbers B5.10, and B5.20 prior to mitigation, may be deferred following weld inlay, onlay, overlay, or stress improvement, as follows:

1) Examination for Inspection Item C-1 and C-2 may be deferred to the end of the interval and performed coincident with the vessel nozzle examinations required by Category B-D.

2) The first examinations following weld inlay, onlay, overlay, or stress improvement for Inspection Items D through K shall be performed as specified. Subsequent examinations for Inspection Items D through K may be performed coincident with the vessel nozzle examinations required by Category B-D.

3) For successive inspection intervals following weld inlay, onlay, overlay, or stress improvement, subsequent examinations may be deferred to the end of the interval, provided no additional repair/replacement activities have been performed on the examination item, and no flaws or relevant conditions requiring successive examination in accordance with Table 1 are contained in the mitigated weld.

(c) Welds that were classified in accordance with Nonmandatory Appendix R, prior to mitigation shall be reclassified based on the configuration of each piping structural element and the postulated degradation mechanisms if any remaining after the mitigation. Deferral of examinations shall be according to (a) and (b), above.

(12) If stress improvement techniques are used, the following shall be met:

(a) Except as provided in (e) below, volumetric exams shall be performed on these welds before the stress improvement techniques are applied. The pre-stress improvement exam shall be conducted in the same outage as the application of stress improvement or, for non-cracked welds, no more than one cycle previous to the application of stress improvement. The examination volume of Figure 1 applies.

(b) Post-stress improvement examinations are required and shall be considered the preservice baseline

적은 그림 1을 적용하고 합격기준은 다음을 따른다.

- 1) 균열이 없는 용접부의 경우, 맞대기 용접부 또는 모재 내면의 어떠한 새로운 평면 표면 결점도 허용되지 않는다.
  - 2) 균열이 존재하는 용접부의 경우, 이전에 검출된 평면 표면결점 균열크기에 어떠한 성장 또는 변화가 발생하면 3132.3에 따라 재평가해야 한다.
  - 3) 맞대기 용접부 또는 모재 내면에서 검출된 평면표면 결점 이외의 다른 결점은 MIB 3514의 합격표준을 만족하여야 한다.
- (다) 균열이 MIA 4000에 따른 보수/교체 활동에 의해 완전히 제거되고 응력개선이 적용된 경우, 용접부는 품목번호 D로 복귀되어야 한다.
- (라) 응력개선 기법이 부록 I 성능기준에 대해 만족함을 검증하는 문서화된 평가가 완료되어야 한다.
- (마) 비파괴검사 수행을 위해 노심 내부구조물을 제거해야 하는 저온관 온도에 있는 원자로용기 노즐 용접부의 경우, 응력개선 기법의 적용 전에 체적검사가 요구되지 않는다. 응력개선 전 체적검사가 수행되지 않는 경우, 응력개선 후 가동전 표면검사 및 체적검사는 노심 내부구조물의 제거 후에 수행되어야 한다. 이들 비파괴검사에서 균열이 검출되지 않는 경우, 용접부는 균열이 없는 것으로 간주해야 하고 검사품목 D의 비파괴검사 요건 대상으로 된다. 응력개선 후 가동전 체적검사는 그림 1의 검사체적을 포함해야 한다. 용접 오버레이는 주 12(마)에 따른 응력개선으로 사용되면 그림 5(가)의 검사체적에 그림 1의 검사체적이 추가되어야 한다. 응력개선 후 가동전 표면검사는 그림 1의 E-F 범위로 맞대기 용접부 내면에서 수행되어야 하고, MIA 2223에 따른 와전류탐상검사로 구성되어야 한다.
- (13) 응력개선에 대한 가동중검사
- (가) 완화된 용접부의 합격여부를 결정하기 위해 그림 1의 요구 검사체적을 초음파검사로 검사해야 한다.
  - (나) (가)의 가동중 비파괴검사서 균열성장 또는 신규 균열이 발견되면, 그림 1의 용접부 검사체적은 다음 세 번의 핵연료재장전기간 동안 비파괴검사가 수행되어야 한다.
  - (다) (나)에 따른 세 번의 후속 비파괴검사서 결점의 근본적인 변화가 없을 경우, 용접부 비파괴검사 일정은 표 1에 규정된 표본 및 비파괴검사 일정으로 복귀 할 수 있다. 용접부는 25%의 표본에 포함되어야 한다.

examination. The examination volume of Figure 1 and the following acceptance standards apply:

- 1) For uncracked welds, no new planar surface flaws are permitted in the butt weld or base metal inside surface.
  - 2) For cracked welds, any growth or change in crack size of previously detected planar surface flaws shall be reevaluated in accordance with 3132.3.
  - 3) Flaws other than planar surface flaws detected in the butt weld or base metal inside surface, shall meet the acceptance standards of 3514.
- (c) If the crack is completely removed by repair/replacement activity in accordance with MIA 4000 and the stress improvement is then applied, the weld shall be restored to Item number D.
- (d) A documented evaluation shall be completed demonstrating that the stress improvement technique meets the performance criteria in Appendix I.
- (e) For reactor vessel nozzle welds at cold leg temperatures requiring the core internals to be removed to perform the examination, the volumetric examinations are not required prior to application of the stress improvement technique. If the pre-stress improvement volumetric examination is not performed, a post stress improvement preservice surface examination and volumetric examination shall be performed after removal of the core internals. If these examinations do not detect cracks, the weld shall be considered uncracked and be subject to the examination requirements of Inspection Item D. This poststress improvement preservice volumetric examination shall include the examination volume shown in Figure 1. The examination volume of Figure 1 applies in addition to the examination volume of Figure 5(a) when weld overlay is used as stress improvement in accordance with this [Note 12(e)]. The post stress improved preservice surface examination shall be performed on the butt weld inside surface, extent E-F of Figure 1, and shall consist of an eddy current examination in accordance with MIA 2223.
- (13) Inservice Inspection for Stress Improvement
- (a) The required examination volume of Figure 1 shall be ultrasonically examined to determine the acceptability of the mitigated weld.
  - (b) If inservice examinations of (a) reveal crack growth or new cracking, the weld examination volume of Figure 1 shall be examined during each of the next three refueling outages.
  - (c) If the examinations required by (b) reveal that the flaws remain essentially unchanged for three successive examinations, the weld examination schedule may revert to the sample and schedule of examinations identified in Table 1. This weld shall be included in the 25% sample.

## (14) 최적화된 용접 오버레이에 대한 가동전검사

(가) 그림 5(가)의 검사체적은 초음파탐상검사로 수행되어야 한다. 사각빔은 원 용접부 또는 모재 두께의 외측 50% 또는 용접 오버레이 내부로 진전된 평면결점의 위치와 크기에 대해, 배관 축에 수직 및 수평방향이어야 하며, 네 방향으로 주사되어야 한다. 주조 오스테나이트계 스테인리스강 소재의 용접 오버레이는 용접 오버레이 내부로 진전되거나 오버레이 내 평면결점에 대해서만 위치와 크기측정이 요구된다.

(나) (가)의 대안으로, 축방향 결점과 관련하여 완전 구조용 용접 오버레이 요건을 만족하는 것을 보여줄 수 있는 용접 오버레이의 경우, 배관 축에 수직방향 사각빔 주사에 그림 2(가)에서 요구하는 검사체적을 사용할 수 있다. 배관 축에 수평방향 사각빔 주사에는 그림 5(가)의 검사체적을 사용해야 한다.

(다) 용접 오버레이 재료 및 원 용접부/모재의 외측 25% 내에 있는 결점은 MIB 3514의 가동전 비파괴검사 합격표준을 만족해야 한다. 결점 아래 모재(예, 안전단부(safe end), 노즐 또는 배관재료)가 1차수응력부식균열(PWSCC)에 민감하지 않는 경우, 평면지시의 합격표준 적용에서 그림 5(나)에 정의된  $t_1$  또는  $t_2$ 의 두께는 MIB 3514의 공칭벽두께를 사용해야 한다. 민감한 재료는  $t_1$ 을 사용해야 한다. 원 용접부 또는 모재 두께의 외측 25%에서 50% 내에 있는 평면결점은 3132.3(라)의 설계분석 요건을 만족해야 한다.

(라) MIB 3640의 결점 평가 요건은 가동전 비파괴검사 중에 확인된 MIB 3514의 가동전 비파괴검사 합격표준을 초과한 용접 오버레이 재료 내의 평면결점에 적용해서는 안된다.

## (15) Alloy 52/152 용접 인레이 또는 온레이 기법을 적용한 경우, 다음 요건을 만족해야 한다.

(가) 용접부에 대해, 체적검사는 인레이 또는 온레이 적용 직전과 적용 후 가동전 기준 비파괴검사로써 두 가지 모두 수행하여야 한다.

(나) 인레이 또는 온레이의 형상이 각 수정된 이종금속용접부에 대한 가동전검사 및 가동중검사 체적의 요건인 2500(다)에 따른 범위에 허용되지 않는 경우, 용접부는 검사품목 A 또는 B에 따라 비파괴검사가 수행되어야 한다.

(다) 이종금속용접부에 대한 검출, 길이측정, 관통벽두께 측정을 위한 체적검사의 능력이 인레이 또는 온레이에 의해 악영향을 받는 경우, 용접부는 검사품목 A 또는 B에 따라 검사해야 한다.

## (14) Preservice Inspection for Optimized Weld Overlays

(a) The examination volume in Figure 5(a) shall be ultrasonically examined. The angle beam shall be directed perpendicular and parallel to the piping axis, with scanning performed in four directions, to locate and size any planar flaws that have propagated into the outer 50% of the original weld or base metal thickness or into the weld overlay. For weld overlays on cast austenitic stainless steel base materials only planar flaws that have propagated into the weld overlay or are in the overlay are required to be located and sized.

(b) As an alternative to (a), for weld overlays that can be shown to meet the requirements for full structural weld overlays with respect to axial flaws, the required examination volume of Figure 2(a) may be used for scans in which the angle beam is directed perpendicular to the pipe axis. The examination volume of Figure 5(a) shall be used for scans in which the angle beam is directed parallel to the pipe axis.

(c) The preservice examination acceptance standards of MIB 3514 shall be met for flaws in the weld overlay material and the outer 25% of the original weld/base material. In applying the acceptance standards to planar indications, the thickness,  $t_1$  or  $t_2$ , defined in Figure 5(b), shall be used as the nominal wall thickness in MIB 3514, provided the base material beneath the flaw(i.e., safe end, nozzle, or piping material) is not susceptible to PWSCC. For susceptible material,  $t_1$  shall be used. Planar flaws in the outer 25% to 50% of the original weld or base material thickness shall meet the design analysis requirements of 3132.3(4)

(d) The flaw evaluation requirements of MIB 3640 shall not be applied to planar flaws in the weld overlay material, identified during preservice examination, that exceed the preservice examination acceptance standards of MIB 3514.

## (15) If Alloy 52/152 weld inlay or onlay techniques are applied, the following shall be met:

(a) Volumetric examinations shall be performed on these welds both immediately before application of inlay or onlay and after application as a preservice baseline examination.

(b) If the configuration of the inlay or onlay does not permit coverage in accordance with 2500(3) of the required preservice and inservice examination volume for each modified dissimilar metal weld, the weld shall be examined in accordance with Inspection Item A or B.

(c) If the capabilities of the volumetric examination for detection, length sizing, and through-wall sizing for the dissimilar metal weld are adversely affected by the inlay or onlay, the weld shall be examined in accordance with Inspection Item A or B.

- (라) 인레이 또는 온레이 적용 후 수정된 이종금속용접부에 대해 가동전 표면검사를 수행해야 한다. MIA 2222에 따른 액체침투탐상검사 또는 MIA 2223에 따른 와전류탐상검사를 수행해야 한다. 1/16 in. 또는 인레이나 온레이 두께의 50% 중 작은 것보다 큰 치수의 원형지시는 불합격인 것을 제외하고, MNB 5352의 합격표준은 인레이 또는 온레이에 적용한다. 표면검사부위의 나머지는 MIB 3514의 가동중 비파괴검사를 따라야 한다.
- (마) 가동전 체적검사는 수정된 이종금속용접부에 수행되어야 한다. 검사체적을 넘어 확장되어 상기 (가)에서 검출된 모든 결점은 결점이 원 용접부에 남아있다면 재검사 및 크기가 측정되어야 한다. 인레이 또는 온레이에서 평면 결점은 MIB 3514의 가동전 비파괴검사를 만족해야 한다. 라미나형 결점은 MIB 3514의 합격표준을 만족해야 한다. 이종금속용접부 검사체적의 나머지 부분에 있는 평면결점은 MIB 3514의 가동중 비파괴검사 합격표준 또는 MIB 3600의 요건을 따라야 한다.
- (바) 용접 인레이 또는 온레이 전에 검출된 균열이 MIA 4000에 따른 보수/교체 활동에 의해 완전히 제거되고 용접 인레이 또는 온레이가 적용되면, 용접부는 검사품목 G 또는 H로 각각 재분류되어야 한다.
- (16) 용접 인레이 또는 용접 온레이에 대한 가동중검사 체적 비파괴검사
- (가) 가동중 비파괴검사서 3132.3의 합격표준을 만족하는 균열성장 또는 신규 균열이 발견되면, 용접부 검사체적은 성장 또는 신규 균열 발견 이후 첫 번째 핵연료재장전기간 동안에 재검사되어야 한다. 용접부 검사체적은 다음 두 번의 핵연료재장전기간 각각에 후속비파괴검사가 수행되어야 한다.
- (나) 합격표준을 만족하는 균열성장 또는 신규 균열이 체적검사서 발견되면 표면검사도 수행되어야 한다.(주 17) 이 표면검사는 (가)에 의해서 요구된 모든 후속 비파괴검사서 수행되어야 한다.
- (다) (가)에 요구되는 비파괴검사서 세 번의 후속 비파괴검사동안 결점에 근본적인 변화가 없을 경우, 용접부 비파괴검사 일정은 표 1에 수록된 표본 및 비파괴검사 일정으로 복귀할 수 있다. 용접부는 25%의 표본 개체수에 포함되어야 한다. 인레이 또는 온레이의 두께를 넘어 균열이 관통한 경우, 용접부는 MIA 4000에 따른 보수/교체 활동 또는 이 적용사례(예, 응력개선)의 적용 범위를 넘는 시정조치에 의해 수정될 때 까지 검사품목 A-1, A-2, 또는 B로 적합하게 재분류되어야 한다.
- (17) 용접 인레이 또는 용접 온레이에 대한 가동중검사 표면검사

- (d) Preservice surface examinations shall be performed on the modified dissimilar metal weld after inlay or onlay application. Liquid penetrant examination in accordance with MIA 2222 or eddy current examination in accordance with MIA 2223 shall be performed. The acceptance standards of MNB 5352 shall apply for the inlay or onlay, except that rounded indications with dimensions larger than the smaller of 1/16 in. (1.5mm) or 50% of the thickness of the inlay or onlay are unacceptable. The balance of the surface examination area shall comply with the inservice examination standards of MIB 3514
- (e) Preservice volumetric examination shall be performed on the modified dissimilar metal weld. All flaws that were detected in (a), above, extending beyond the examination volume, shall be reexamined and sized, if they remain in the original weld. Planar flaws in the inlay or onlay shall meet the preservice examination standards of MIB 3514. Laminar flaws shall meet the acceptance standards of MIB 3514. Planar flaws in the balance of the dissimilar metal weld examination volume shall comply with the inservice examination acceptance standards of MIB 3514 or the requirements of MIB 3600.
- (f) If the crack detected prior to weld inlay or onlay is completely removed by a repair/replacement activity in accordance with MIB 4000 and the weld inlay or onlay is then applied, the weld shall be reclassified as Inspection Item G or H, respectively.
- (16) Inservice Inspection Volumetric Examination for Weld Inlay or Weld Onlay
- (a) If inservice examinations reveal crack growth, or new cracking, meeting the acceptance standards of 3132.3, the weld examination volume shall be reexamined during the first refueling outage following discovery of the growth or new cracking. The weld examination volume shall be subsequently examined during each of the next two refueling outages.
- (b) Any volumetric examinations that reveal crack growth or new cracking, meeting the acceptance standards shall also be subject to a surface examination, see [Note (17)]. This surface examination shall also be required in any subsequent examinations required by (a).
- (c) If the examinations required by (a) reveal that the flaws remain essentially unchanged for three successive examinations, the weld examination schedule may revert to the sample and schedule of examinations identified in Table 1. This weld shall be included in the 25% sample population. If cracking penetrates beyond the thickness of the inlay or onlay, the weld shall be reclassified as Inspection Item A-1, A-2, or B, as appropriate, until corrected by repair/replacement activity in accordance with MIA 4000 or by corrective measures beyond the scope of this Case(e.g., stress improvement).
- (17) Inservice Inspection Surface Examination for Weld Inlay or Weld Onlay



표면검사는 수정된 이중금속용접부에 수행되어야 한다. MIA 2222에 따른 액체침투탐상검사 또는 MIA 2223에 따른 와전류탐상검사가 요구된다. 1/16 in. 또는 인레이나 온레이 두께의 50% 중 작은 것보다 큰 치수의 원형지시는 불합격인 것을 제외하고, MNB 5352의 합격표준은 인레이 또는 온레이에 적용한다. 표면검사부위의 나머지는 MIB 3514의 가동중 비파괴검사 표준을 따라야 한다.

#### (18) 최적화된 용접 오버레이의 가동중검사

이 적용사례의 적용에 있어서 최적화된 용접 오버레이로 참조되어지는 일반적인 프로세스는 검사품목 D 및 E에 포함된다.

(가) 그림 5(가)의 용접 오버레이 검사체적은 완화용접부의 합격여부를 결정하기 위하여 초음파검사가 수행되어야 한다. 사각빔은 배관 축에 수직 및 수평방향으로 네 방향에서 주사되어야 한다.

(나) (가)의 대안으로, 축방향 결점과 관련하여 완전 구조용 용접 오버레이 요건을 만족하는 것을 보여줄 수 있는 용접 오버레이의 경우, 배관 축에 수직방향 사각빔 주사에 그림 2(가)에서 요구하는 검사체적을 사용할 수 있다. 배관 축에 수평방향 사각빔 주사에는 그림 5(가)의 검사체적을 사용해야 한다. 네 방향에서 주사되어야 한다.

(다) 용접 오버레이는 3132의 요건을 만족해야 한다. 결점 아래 모재가 민감하지 않는 경우, 평면 지시의 합격표준 적용에서 그림 5(나)에 정의된  $t_1$  또는  $t_2$ 의 두께는 호칭벽두께를 사용해야 한다. 민감한 재료는  $t_1$ 을 사용해야 한다.

(라) (가)의 대안으로, 가동중검사에 대해 그림 1의 검사체적을 초음파검사로 수행해도 된다. 균열이 그림 1의 용접부 검사체적을 넘어서까지 확장되어 검출된 경우, 최적용접오버레이의 합격여부 결정을 위하여 상기 (가) 또는 (나)의 검사체적을 (다)에 따라 비파괴검사하여야 한다.

(마) (가), (나), (다) 또는 (라)의 가동중 비파괴검사 결과 오버레이 용접 또는 원래 용접부/모재의 체적에서 상기 (가) 또는 (나)에 기술된 합격표준을 만족하는 균열성장 또는 신규 균열이 발견된다면, 용접 오버레이 검사체적은 균열성장 또는 신규 균열의 발견 이후 세 번의 핵연료재장전기간 동안 비파괴검사가 수행되어야 한다.

(바) (마)에 따른 세 번의 후속 비파괴검사에서 결점의 근본적인 변화가 없을 경우, 용접부 비파괴검사 일정은 표 1에 규정된 비파괴검사 일정으로 복귀 할 수 있다.

Surface examinations shall be performed on the modified dissimilar metal welds. Liquid penetrant examination in accordance with MIA 2222 or eddy current examination in accordance with MIA 2223 is required. The acceptance standards of MNB-5352 apply for the inlay or onlay except that rounded indications with dimensions greater than the smaller of 1/16 in.(1.5mm) or 50% of the thickness of the inlay or onlay are unacceptable. The balance of the surface examination area shall comply with the inservice examination standards of MIB 3514.

#### (18) Inservice Inspection of Optimize Weld Overlays

(a) The weld overlay examination volume of Figure 5(a) shall be ultrasonically examined to determine the acceptability of the mitigated weld. The angle beam shall be directed perpendicular and parallel to the piping axis, with scanning performed in four directions.

(b) As an alternative to (a), for weld overlays that can be shown to meet the requirements for full structural overlays with respect to axial flaws, the required examination volume of Figure 2(a) may be used for scans in which the angle beam is directed perpendicular to the pipe axis. The examination volume of Figure 5(a) shall be used for scans in which the angle beam is directed parallel to the pipe axis. Scanning shall be performed in four directions.

(c) The weld overlay shall meet the requirements of 3132. In applying the acceptance standards to planar indications, the thickness  $t_1$  or  $t_2$ , defined in Figure 5(b) shall be used as the nominal wall thickness, provided the base material beneath the flaw is not susceptible. For susceptible base materials,  $t_1$  shall be used.

(d) As an alternative to (a), for inservice inspection, the examination volume in Figure 1 may be ultrasonically examined. If cracking is detected extending beyond the Figure 1 weld examination volume, the examination volume of (a) or (b) shall be examined in accordance with (c) to determine the acceptability of the optimized weld overlay.

(e) If the inservice examinations of (a), (b), (c), or (d) reveal crack growth or new cracking in the applied weld overlay or volume of original weld or base material as described in (a) or (b) meeting the acceptance standards, the weld overlay examination volume shall be reexamined during the next three refueling outages following detection of the crack growth or new cracking.

(f) If the examinations required by (e) reveal that flaws remain essentially unchanged for three successive examinations, the weld examination schedule may revert to schedule of examinations identified in Table 1.

## 2430 추가 비파괴검사

(1) 표 1 에 따라 수행된 비파괴검사에서 (가), (나), (다), (라), (마) 및 (바)에 기술된 불합격 결점이 발견되면, 현 운전정지기간 동안 추가적인 용접부의 비파괴검사를 포함하도록 확대해서 수행되어야 한다. MIB 3514는 적용범위의 확대를 위한 목적으로 사용되어야 하고 결점의 합격 여부를 결정하는 목적으로 사용되지 말아야 한다. 결점의 합격여부는 3132에 따라 결정해야 한다.

추가 용접부 비파괴검사의 수량은 현 검사 주기 동안 수행하도록 계획된 표 1 검사품목의 용접부 수량과 같아야 한다. 추가 비파괴검사는 동일한 검사품목에서 선택되어야 하고, 가능하다면 유사한 재료 및 구조, 같거나 높은 운전온도의 용접부를 선택하여야 한다. 그러나 최초 비파괴검사가 표 1의 검사 품목 B인 경우, 추가 비파괴검사 대상은 검사품목 A의 용접부를 우선적으로 포함시켜야 하며, 남은 수량에 대하여 요구된 추가 비파괴검사의 수량이 되도록 검사품목 B의 용접부를 포함해야 한다.

(가) 표 1 검사품목 A-1, A-2, B 및 그림 1의 검사체적을 적용하는 경우, 맞대기용접부 또는 모재 안쪽표면에서 MIB 3514의 표면결점 크기를 초과하는 평면표면 결점이 발견되면, 현 운전정지기간 동안 완화되지 않은 용접부에 대한 추가적인 비파괴검사가 요구된다.

(나) 표 1 검사품목 D, E 및 그림 1의 검사체적을 적용하는 경우, 맞대기용접부 또는 모재 안쪽표면에서 MIB 3514의 표면결점 크기를 초과하는 평면표면결점이 발견되면, 동일한 검사품목 및 동일한 응력개선기법을 사용하여 완화된 용접부는 현 운전정지기간동안 추가적으로 비파괴검사를 수행해야 한다.

(다) 표 1 검사품목 C-1, C-2, F-1, F-2 및 그림 2(가) 및 그림 5(가)의 검사체적을 적용하는 경우, 불합격 평면결점이 용접 오버레이 두께 내에서 검출

## 2430 ADDITIONAL EXAMINATIONS

(1) Examination performed in accordance with Table 1 that reveal unacceptable flaws as defined in (a), (b), (c), (d), (e), and (f) shall be extended to include examinations of additional welds during the current outage. The use of MIB 3514 is for the purpose of determination of scope expansion and not for the purposes of determining acceptability of the flaws. Acceptability of flaws shall be determined in accordance with 3132. The number of additional weld examinations shall be equal to the number of welds for that Inspection Item of Table 1 originally scheduled to be performed during the present inspection period.

The additional examinations shall be selected from the same Inspection Item and if applicable, from welds of similar materials, construction, and the same or higher operating temperatures. However, if the original examination was for Inspection Item B of Table 1, the additional examinations shall include first, additional welds from Inspection Item A, if any remain, and second, additional welds from Inspection Item B to reach the required number of additional examinations.

(a) For Table 1 Inspection Items A-1, A-2, and B and the examination volume of Figure 1, examinations of additional unmitigated welds during the current outage are required if planar surface flaws in the butt weld or base metal inside surface exceeding the surface flaw sizes of MIB 3514 are revealed.

(b) For Table 1 Inspection Items D and E and the examination volume of Figure 1, additional mitigated welds from the same Inspection Item and using the same stress improvement method shall be examined during the current outage if planar surface flaws in the butt weld or base metal inside surface exceeding the surface flaw sizes of MIB 3514 are revealed

(c) For Table 1 Inspection Items C-1, C-2, F-1, and F-2 and the examination volumes Figures 2(a) and 5(a), examinations of additional weld overlays from the

되거나 이전의 3132.3의 평가에 의해 예상된 것보다 큰 균열성장이 검사체적 내에서 발견되면, 당해 운전정지기간 동안 동일한 검사품목의 추가 용접 오버레이에 대해 비파괴검사가 요구된다.

(라) 표 1 검사품목 G ~ K 및 그림 3 및 4의 검사체적을 적용하는 경우, MIB 3514의 표면결점 크기를 초과하는 평면결점이 인레이 또는 온레이 경계면에 연결되어 발견되거나, 신규결점 또는 이전에 확인된 결점의 성장이 인레이 또는 온레이 내에서 검출되거나, 또는 표면검사의 합격표준을 만족하지 못하는 경우, 당해 운전정지기간 동안 동일한 검사품목의 추가 용접 오버레이에 대해 비파괴검사가 요구된다.

(마) 규정된 검사체적을 넘어서 성장한 축방향 균열이 나타난 검사체적

(바) 2430(1)(가), (나), (다), (라), 또는 (마)에 있는 결점 이외에 MIB 2430의 추가 비파괴 검사요건을 적용한다.

(2) 2430(1)에 의해 요구되는 추가 비파괴검사에서 2430(1)(가), (나), (다), (라), 또는 (마)의 요건을 초과하는 결점이 발견되면, 비파괴검사는 현 운전정지기간 동안 추가 비파괴검사가 포함되도록 더 확대되어야 한다. 이들 추가 비파괴검사는 동등이상 운전온도조건의 표 1 검사품목에 대해 나머지 수량의 용접부를 포함해야 한다. 추가로, 보다 낮은 운전온도의 검사품목 용접부 25% 표본도 선정되어야 한다. 낮은 운전온도의 용접부 표본 비파괴검사에서 2430(1)(가), (나), (다), (라), 또는 (마)의 요건을 초과하는 결점이 발견된 경우, 비파괴검사는 1100의 범위 내에서 운전온도와 상관없이 검사품목의 모든 용접부를 포함하도록 확대되어야 한다.

same Inspection Item during the current outage are required if unacceptable planar flaws are detected in the weld overlay thickness, or if this examination reveals crack growth into the examination volume larger than predicted by the previous 3132.3 evaluation.

(d) For Table 1 Inspection Items G through K and the examination volumes of Figures 3 and 4, examinations of additional mitigated welds from the same Inspection Item during the current outage are required if planar flaws exceeding the surface flaw sizes of MIB 3514 are revealed which are connected to the inlay or onlay interface, if new flaws or growth of previously identified flaws are detected in the inlay or onlay, or if the acceptance standards of the surface examination are not met.

(e) Examination volumes that reveal axial crack growth beyond the specified examination volume.

(f) For other than the flaws in -2430(1) (a), (b), (c), (d), (e), and (f), the additional examination requirements of MIB 2430 apply.

(2) If the additional examinations required by 2430(1) reveal flaws exceeding the requirements of 2430(1) (a), (b), (c), (d), (e), and (f) the examinations shall be further extended to include additional examinations during the current outage. These additional examinations shall include the remaining number of welds for that Inspection Item in Table 1, at the same or higher operating temperature conditions. In addition a 25% sample of welds of that Inspection Item at lower operating temperatures shall be sampled. If the examinations of this sample of welds at lower operating temperature reveal flaws exceeding the requirements of 2430(1) (a), (b), (c), (d), (e), and (f) the examinations shall be further extended to include all welds of that Inspection Item, regardless of operating temperature, within the scope of 1100.

## 2500 비파괴검사 요건

(1) 용접부는 표 1에 규정된 대로 비파괴검사를 해야한다. 체적검사는 부록 VIII의 요건을 만족해야 한다.

(2) 부록 VIII의 보완요건이 적용되지 않는 주조 스테인리스강 품목의 경우, 요구된 검사체적은 민감한 재료체적(비스테인리스강 체적)의 100%를 포함하는 실제적인 최대범위까지 부록 VIII 절차에 따라 비파괴검사를 수행해야 한다. 요구되는 검사체적 내에서 민감한 재료의 100%가 완화 전 및 후에 비파괴검사가 수행되고, 추가로 가능하다면 용접 오버레이, 인레이 또는 온레이 체적에 대해서 검사되고, 내면과 연결된 평면결점이 검출되지 않은 경우, 균열이 없는 품목에 대하여 표 1의 검사주기가 적용된다. 요구되는 검사체적 내에서 민감한 재료의 100%가 완화 전 및 후의 체적 비파괴검사로 검사되지 않는 경우, 균열품목에 대한 표 1의 검사주기는 다음의 예외를 적용하여야 한다.

(가) 완화된 용접부의 비파괴검사는 매 검사 장 주기의 25% 표본검사 요건을 만족하는 것으로 인정해서는 안된다. 완화된 용접부는 각 검사 장주기마다 검사되어야 한다.

(나) 요구되는 검사체적 내에서 민감한 재료의 100%를 포함한 요구 검사체적에 대해 인정된 초음파탐상검사로 후속 비파괴검사를 수행하여 평면결점이 검출되지 않은 경우, 용접부는 표 1에 따라 25% 검사표본 개체수에 포함될 수 있다.

(3) 축방향 및 원주방향 결점에 대한 비파괴검사는 인정된 검사원과 절차를 사용하여 가능한 최대범위까지 행해야 한다. 축방향 및 원주방향 결점에 대해 요구되는 검사체적 내에서 민감한 재료의 100% 유효범위를 만족하지 못하는 경우, 원주방향 결점에 대해 본질적으로 100% 유효범위가 달성되면(요구되는 검사체적 내에서 민감한 재료의 100%), 축방향 결점에 대한 비파괴검사는 가능한 최대 유효범위를 달성할 수 있도록 완료되어야 하고, 모든 제한사항도 검사보고서에 기록해야 한다. 비파괴검사 유효범위 요건은 만족된 것으로 간주해야 한다.

## 2500 EXAMINATION REQUIREMENTS

(1) Welds shall be examined as specified in Table 1. Volumetric examinations shall meet the requirements of Appendix VIII.

(2) For cast stainless steel items for which no supplement is available in Appendix VIII, the required examination volume shall be examined by Appendix VIII procedures to the maximum extent practical including 100% of the susceptible material volume(non-stainless-steel volume). If 100% of the susceptible material within the required exam volume is examined both before and after mitigation plus the weld overlay, inlay, or onlay volume, if applicable, and no inside surface connected planar flaws are detected, the inspection frequency of Table 1 for uncracked items is applicable. If 100% of the susceptible material within the required exam volume is not examined in the pre- and post-mitigation volumetric examinations, the inspection frequency of Table 1 for cracked items shall be applied with the following exceptions:

(a) The examination of the mitigated weld shall not be credited to satisfy the requirement of the 25% inspection sample every inspection interval. The mitigated weld shall be inspected each inspection interval.

(b) If the required examination volume, including 100% of the susceptible material within the required exam volume, is subsequently examined using a qualified ultrasonic examination and no planar flaws are detected, the weld may be placed in the 25% inspection sample population in accordance with Table 1.

(3) For axial and circumferential flaws, examination shall be performed to the maximum extent practical using qualified personnel and procedures. If 100% coverage of the susceptible material within the required volume for axial and circumferential flaws cannot be met, but essentially 100% coverage for circumferential flaws (100% of the susceptible material within the required exam volume) can be achieved, the examination for axial flaws shall be completed to achieve the maximum coverage practical, with any limitations noted in the examination report. The examination coverage requirements shall be considered to be satisfied.

(4) 영구 장애물로 인해 비파괴검사 유효범위가 제한되는 위치에서 570 °F(300 °C) 미만의 운전온도를 갖는 내경 14 in. (360 mm) 이상의 배관 또는 노즐의 경우, 이 적용사례의 비파괴검사 유효범위 요건은 다음과 같이 수정될 수 있다.

(가) 원주방향 결점의 경우, 최대 가능 유효범위를 달성해야 하고, 검사 제한사항은 문서화해야 한다. 유효범위가 90% 미만인 경우, 다음의 결점 허용오차 평가를 수행해야 하며, 발전소 규제기관에 제출해야 한다.

1) 비파괴검사 유효범위가 제한되는 영역에서 제한되는 길이와 동등한 길이를 갖는 직선형 관통 결점을 가상해야 한다. 이 영역에서의 관통 결점에 대한 임계 길이를 MIB 3640에 따라 계산해야 한다. 이 용접부의 차기 체적검사 시점은 가상결점이 임계 길이에 도달하는 시간보다 짧아야 한다.

2) 비파괴검사 유효범위가 제한되는 영역에서 제한되는 길이와 동등한 길이를 갖는 부분관통 표면 결점을 가상해야 한다. 허용 결점깊이를 MIB 3640에 따라 계산해야 한다. 가상결점이 허용 결점깊이에 도달하는 시간은 이 용접부의 차기 체적검사 시점보다 길어야 한다.

3) 이종 용접부에 인접한 탄소강 또는 저합금강의 구조적 건전성에 대한 잠재적인 봉산 누설 및 부식 영향을 3142의 기준을 사용하여 평가해야 한다.

(나) 원주방향 결점에 대해 90% 유효범위를 달성하지 못하는 경우, 각 검사 단주기 동안 이 영역에 대한 육안검사를 수행해야 한다.

### 3000 합격표준

#### 3100 비파괴검사결과와 평가

##### 3130 가동중 체적검사

##### 3131 일반사항

(1) 2500에서 요구되고 MIA 2200에 따라 수행되

(4) For piping or nozzles with inside diameter not less than 14 in. (360 mm), in locations with operating temperature less than 570 °F (300 °C), and where examination coverage is limited by permanent obstructions, the examination coverage requirements of this Case may be modified as follows:

(a) For circumferentially-oriented flaws, the maximum possible coverage shall be achieved and any limitations shall be documented. If the coverage is less than 90%, the following flaw tolerance evaluations shall be performed and shall be submitted to the regulatory authority having jurisdiction at the plant site:

1) A straight-sided through-wall flaw shall be postulated in the region where examination coverage is obstructed, with a length equal to the obstructed length. The critical length for a through-wall flaw in this region shall be calculated, using the principles of MIB 3640. The time to the next volumetric examination of this weld shall be shorter than the time for the postulated flaw to reach the critical length.

2) A part-through-wall surface flaw shall be postulated in the region where examination coverage is obstructed, with length equal to the length of the obstructed region. The allowable flaw depth shall be calculated using MIB 3640. The time for the postulated flaw to reach that allowable flaw depth shall be longer than the time to the next volumetric examination of this weld.

3) The effects of the potential boric acid leakage and corrosion on the structural integrity of the carbon or low-alloy steel adjacent to the dissimilar weld shall be evaluated using the criteria of 3142.

(b) If 90% coverage is not achieved for circumferential flaws, VE of the region shall be performed during each inspection period.

### 3000 ACCEPTANCE STANDARDS

#### 3100 EVALUATION OF EXAMINATION RESULTS

##### 3130 INSERVICE VOLUMETRIC EXAMINATIONS

##### 3131 General

(1) The volumetric examinations required by 2500

는 체적검사는 3132의 합격표준과 비파괴검사 결과를 비교하여 평가되어야 한다.

(2) 체적검사 결과는 가동전 비파괴검사 및 선행 가동중 비파괴검사의 기록된 결과와 비교해야 한다. 계속사용에 대한 용접부의 합격은 3132를 따라야 한다.

### 3132 합격

#### 3132.1 체적검사에 의한 합격

(1) 체적검사에서 무결점이 확인된 용접부는 계속 사용 동안 합격이다.

(2) 맞대기 용접부 또는 모재 내면에서 평면표면 결점이 있는 용접부는 3132.2 또는 3132.3의 규정에 따라 계속사용을 위해 합격이 되어야 한다. 다른 결점은 MIB 3514 합격표준을 만족하거나 3132.2 또는 3132.3 요건에 따라 계속사용이 합격되어야 한다.

(3) 맞대기 용접부 또는 모재 내면에 있는 신규 평면표면결점 또는 예상되지 않거나 불합격된 기존 결점의 성장이 있고 표 1의 확인된 기법에 의해 이전에 완화된 용접부는 3132.2 또는 3132.3의 규정에 따라 계속사용을 위해 합격이 되어야한다.

#### 3132.2 보수/교체 활동 또는 시정방안에 의한 합격

(1) 체적검사에서 발견된 결점이 3132.3의 규정에 따라 계속사용이 허용가능하지 않다고 판정을 받은 용접부는 2430의 추가 비파괴검사가 만족되고 용접부가 MIA 4000에 따른 보수/교체 활동에 의해 시정 또는 표1, 검사품목 E로 분류되는 결과에 이를 수 있는 적용사례의 범위 이상의 시정조치(예, 응력 개선)에 의해 수정될 때까지 계속운전은 불합격이다.

(2) 3132.3(4)에 따라 불합격지시를 가진 용접 오버레이 검사체적[그림 2(가) 및 그림 5(가)]의 경우, 결함이 있던 원 용접부를 포함하여 용접 오버레이는 제거되어야 하고, MIA 4000에 따라 보수/교체활동

and performed in accordance with MIA 2200 shall be evaluated by comparing the examination results with the acceptance standards in 3132.

(2) Volumetric examination results shall be compared with recorded results of the preservice examination and prior inservice examinations. Acceptance of welds for continued service shall be in accordance with 3132.

### 3132 Acceptance

#### 3132.1 Acceptance by Volumetric Examination

(1) A weld whose volumetric examination confirms the absence of flaws shall be acceptable for continued service.

(2) A weld with planar surface flaws in the butt weld or base metal inside surface shall be accepted for continued service in accordance with the provisions of 3132.2 or 3132.3. Other flaws shall meet the acceptance standards of MIB 3514 or be accepted for continued service in accordance with 3132.2 or 3132.3.

(3) A weld previously mitigated by the techniques identified in Table 1 with new planar surface flaws in the butt weld or base metal inside surface or unexpected or unacceptable growth of existing flaws shall be accepted for continued service in accordance with the provisions of 3132.2 or 3132.3.

#### 3132.2 Acceptance by Repair/Replacement Activity or Corrective Measures

(1) A weld whose volumetric examination reveals a flaw not acceptable for continued service in accordance with the provisions of 3132.3 is unacceptable for continued service until the additional exams of 2430 are satisfied and the weld is corrected by repair/replacement activity in accordance with MIA 4000 or by corrective measures beyond the scope of this Case (e.g., stress improvement) that may result in a weld being classified as Table 1, Inspection Item E.

(2) For weld overlay examination volumes Figures 2(a) and 5(a) with unacceptable indications in accordance with 3132.3(4), the weld overlay shall be removed, including the original defective weld, and

에 의해 용접부가 수정되어야 한다.

(3) 내면이 용접 인레이나 온레이(그림 3 또는 4) 또는 응력개선에 의해 이전에 완화된 용접부의 검사 체적에 3132.3(3)에 따른 불합격 지시가 있는 경우, 원래 결함 용접부는 MIA 4000에 따른 보수/교체활동에 의해 수정되어야 한다.

### 3132.3 평가에 의한 합격

(1) 용접부의 체적검사에서 맞대기 용접부 또는 모재 내면에 평면 표면결점이 발견되거나, 요구되는 검사체적에서 3415의 합격표준을 초과한 다른 결점([3132.1(2)])이 발견된 경우, 해석적 평가가 MIB 3600의 요건을 만족하고 2430의 추가 비파괴검사가 현 운전정지기간 동안에 수행된다면 계속해서 사용 가능하다. 결점이 있는 용접부는 표 1에 따라 재검사되어야 한다.

(2) 표 1의 명시된 기법에 의해 완화된 이전에 평가된 결점은 신규평면결점이 확인되지 않거나 이전에 평가된 결점의 근본적인 변화가 없는 경우, 재평가될 필요가 없으며 또한 추가 후속검사 또는 추가 비파괴검사를 수행 할 필요가 없다.

(3) 체적 또는 표면검사 결과 맞대기 용접부나 모재 내면 또는 인레이나 온레이 내에서 균열성장 또는 신규평면 표면결점이 검출되거나, 인레이 또는 온레이 경계면에 연결된 신규 평면결점 또는 이전에 확인된 평면결점의 성장이 검출된 응력개선 또는 용접 인레이 또는 온레이에 의해 이전에 완화된 용접부는 해석적 평가가 MIB 3600의 요건을 만족하고 2430의 추가 비파괴검사가 현 운전정지기간에 수행된 경우 추가 보수/교체활동 없이 계속해서 사용 가능하다. 결점을 포함한 완화된 용접부는 표 1에 따라 재검사되어야 한다.

(4) MIB 3514의 합격표준을 초과하는 평면결점 성장 또는 신규 평면결점이 체적검사[그림 2(가) 및 2(나) 또는 5(가) 및 (나)]에 의해 검출된 용접 오버

the weld shall be corrected by repair/replacement activity in accordance with MIA 4000.

(3) For weld examination volumes whose inside surface has been previously mitigated by weld inlay or onlay (Figure 3 or 4, respectively), or by stress improvement with unacceptable indications in accordance with 3132.3(3), the original defective weld shall be corrected by repair/replacement activity in accordance with MIA 4000.

### 3132.3 Acceptance by Evaluation

(1) A weld whose volumetric examination detects planar surface flaws in the butt weld or base metal inside surface, or other flaws [3132.1(2)] in the required examination volume that exceed the acceptance standards of MIB 3514, is acceptable for continued service if an analytical evaluation meets the requirements of MIB 3600 and the additional examinations of 2430 are performed during the current outage. The weld containing the flaw shall be reexamined in accordance with Table 1.

(2) Previously-evaluated flaws that were mitigated by the techniques identified in Table 1 need not be reevaluated nor have additional successive or additional examinations performed if new planar flaws have not been identified or previously evaluated flaws have remained essentially unchanged.

(3) A weld previously mitigated by stress improvement or weld inlay or onlay, whose volumetric or surface examinations detect crack growth or new planar surface flaws in the butt weld or base metal inside surface or in the inlay or onlay, or new planar flaws or growth of previously identified planar flaws that are connected to the inlay or onlay interface, is acceptable for continued service without additional repair/replacement activity if an analytical evaluation meets the requirements of MIB 3600 and the additional exams of 2430 are performed in the current outage. The mitigated weld containing the flaw shall be reexamined in accordance with Table 1.

(4) A weld overlay whose volumetric examination [Figures 2(a) and 2(b) or Figures 5(a) and 5(b)] detects planar flaw growth or new planar flaws that exceed

레이는 MIB 3600의 합격기준을 만족하며, 2430의 추가 비파괴검사가 수행되고, 용접 오버레이가 표 1에 의해 재검사된 경우 보수/교체 활동 없이 계속사용이 가능하다. 그림 2(가)의 검사체적 중 원 용접부/모재 두께의 외측 25% 내, 또는 그림 5(가)의 검사체적에서 원 용접부 또는 모재 두께의 외측 25%~50%에서 평면결점이 검출된 경우, 균열성장 계산, 구조적 설계 및 크기 계산이 원래의 용접 오버레이의 합격을 나타내거나 검출된 결점의 합격을 보여주기 위해 개정된다면 계속 사용이 가능하다. 오버레이 용접 재료에서 응력부식균열로 특성화된 어떠한 지시라도 불합격이다.

### 3140 가동중 나금속 육안검사(VE)

#### 3141 일반사항

(1) 표 1에서 요구되고 적용사례의 추가 요건을 반영한 MIA 2200에 따라 수행된 나금속 육안검사(VE)의 검사결과는 3142.1에 규정된 합격표준과 비교하여 평가되어야 한다.

(2) 계속사용을 위한 용접부의 합격은 3142에 따라야 한다.

(3) 육안검사(VE)의 목적에서 유관상태는 부식, 봉산 석출물, 변색 및 압력경계누설의 기타 흔적을 나타내는 부위를 포함해야 한다.

(4) 다른 육안검사 요건 대신에, 이 적용사례의 요건을 준수한다.

#### 3142 합격

##### 3142.1 나금속 육안검사에 의한 합격

(1) 육안검사에서 유관상태가 없음이 확인된 용접부는 계속사용이 가능하다.

(2) 육안검사에서 유관상태가 검출된 용접부는 아

the acceptance standards of MIB 3514 is acceptable for continued service without repair/replacement activity if the weld overlay meets the acceptance criteria of MIB 3600, the additional exams of 2430 are performed, and the weld overlay is reexamined in accordance with Table 1. If a planar flaw is detected in the outer 25% of the original weld/base metal thickness for the examination volume of Figure 2, or the outer 25% to 50% of the original weld or base metal thickness for the examination volume of Figure 5, it is acceptable for continued service if the crack growth calculations and structural design and sizing calculations required for original weld overlay acceptance show or are revised to show acceptability of the detected flaw. Any indication in the weld overlay material characterized as stress corrosion cracking is unacceptable.

### 3140 INSERVICE BARE METAL VISUAL EXAMINATIONS(VE)

#### 3141 General

(1) The bare metal visual examination(VE) required by Table 1 and performed in accordance with MIA 2200 as revised by the additional requirements of this Case shall be evaluated by comparing the examination results with the acceptance standards specified in 3142.1.

(2) Acceptance of welds for continued service shall be in accordance with -3142.

(3) Relevant conditions for the purposes of the VE shall include areas of corrosion, boric acid deposits, discoloration, and other evidence of pressure boundary leakage.

(4) In lieu of other visual examination requirements, requirements of this Case govern.

#### 3142 Acceptance

##### 3142.1 Acceptance by Bare Metal Visual Examination

(1) A weld whose VE confirms the absence of relevant conditions shall be acceptable for continued service.

(2) A weld whose VE detects a relevant condition



래 3142.1(2)(가), (2)(나) 및 (2)(다)의 요건을 만족하지 못하는 경우, 계속운전 동안 불합격이다.

(가) 유관상태를 가진 용접부는 추가적인 평가가 요구된다. 이 평가는 누설원인의 결정 및 3142.3에 따른 누설원의 시정을 포함하여야 한다.

(나) 모든 유관상태는 압력경계열화의 범위를 결정하기 위해서 평가되어야 한다. 봉산결정체 및 잔류물은 적절한 압력경계열화의 검사와 평가에 필요한 범위까지 제거되어야 하며, 이전에 모호하였던 표면은 재가동 전에 후속 육안검사가 수행되어야 한다. 검출된 모든 압력경계열화는 부식이 기기의 구조조건전성에 영향을 미쳤는지를 결정하기 위하여 평가되어야 한다. 부식에 의한 건조기술기준의 요구 두께 미만으로 기기의 벽두께가 감소되면, MIA 4000에 따른 보수/교체 활동으로 해결해야 한다.

(다) 육안검사에서 누설이 벽을 관통할 가능성을 암시하는 유관 상태를 나타낸 용접부는 3142.2 또는 3142.3의 요건에 만족하지 않는 한 계속운전 동안 불합격이다.

### 3142.2 보충 비파괴검사에 의한 합격

보충 비파괴검사[3200(1)] 결과가 3130의 요건을 만족할 경우, 벽을 관통하여 누설될 가능성을 나타내는 유관 상태를 가진 용접부는 계속사용 할 수 있다.

### 3142.3 시정조치 또는 보수/교체활동에 의한 합격

(1) 벽을 관통하여 누설될 가능성을 나타내는 유관상태를 가진 용접부는 MIA 4000에 따른 보수/교체 활동으로 상태를 시정할 경우, 계속사용 할 수 있다.

(2) 벽을 관통하여 누설될 가능성이 없는 유관상태를 가진 용접부는 보수/교체 활동 또는 압력경계열화를 방지하는데 필요한 시정조치에 의해 유관상

shall be unacceptable for continued service unless the requirements of 3142.1(2)(a), (2)(b), and (2)(c) below are met.

(a) Welds with relevant conditions require further evaluation. This evaluation shall include determination of the source of the leakage and correction of the source of leakage in accordance with 3142.3

(b) All relevant conditions shall be evaluated to determine the extent if any, of pressure boundary degradation. The boric acid crystals and residue shall be removed to the extent necessary to allow adequate examinations and evaluation of pressure boundary degradation, and a subsequent VE of the previously obscured surfaces shall be performed prior to return to service. Any pressure boundary degradation detected shall be evaluated to determine if any corrosion has affected the structural integrity of the component. Corrosion that has reduced component wall thickness below the thickness required by the Construction Code shall be resolved through repair/replacement activity in accordance with MIA 4000.

(c) A weld whose VE indicates relevant conditions indicative of possible through-wall leakage shall be unacceptable for continued service unless it meets the requirements of 3142.2 or 3142.3

### 3142.2 Acceptance by Supplemental Examination.

A weld with relevant conditions indicative of possible through-wall leakage shall be acceptable for continued service if the results of supplemental examinations [3200(1)] meet the requirements of 3130.

### 3142.3 Acceptance by Corrective Measures or Repair/Replacement Activity

(1) A weld with relevant conditions indicative of possible through-wall leakage shall be acceptable for continued service if a repair/replacement activity corrects the condition in accordance with MIA 4000.

(2) A weld with relevant conditions not indicative of possible through-wall leakage is acceptable for continued service if the source of the relevant

태의 근원이 시정될 경우, 계속사용 할 수 있다.

### 3200 보충 비파괴검사

(1) 육안검사에서 벽을 관통하여 누설될 가능성을 나타내는 유관상태(3141)가 검출되면, 2500에 따른 체적검사를 수행해야 한다. 체적검사의 범위는 해당 되는 그림 1, 2(가), 2(나), 3, 4, 5(가) 또는 5(나)에 따라야 한다.

(2) 불합격 상태 및 시정조치, 해석적 평가, 또는 보수/교체 활동이 필요한 범위를 규정하기 위해 표면검사를 추가로 수행할 수 있다.

### 9000 용어

**균열이 있는 용접부:** 정상운전 중 원자로냉각재 환경에 접촉하는 표면연된 평면결점을 포함. 비파괴검사 전에 완화된 용접부는 균열이 있는 용접부로 간주된다. 완화된 비파괴검사 수행을 위해 노심 내부 구조물을 제거해야 하는 저온관 온도에 있는 원자로 압력용기 노즐 용접부는 표 1, [주 6(다)] 또는 [주 12(마)]의 요건이 만족될 경우 균열이 없는 용접부로 간주될 수 있다. [**균열이 없는 용접부** 참조]

**전구조 용접오버레이:** 용접 덧살 아래 놓인 배관, 기기 또는 관련된 용접부와 관계없이 용접 덧살이 설계하중을 지지할 수 있도록 배관, 기기, 또는 관련된 용접부의 외면에 하는 용접 덧살의 용착.

**인레이:** Alloy 82/182 용접부의 일정부분 파내기가 필요한 Alloy 82/182 용접부와 원자로 냉각재 사이의 기기 내면에 적용되는 부식저항장벽.

**완화:** 이 적용사례에 사용되는 완화는 균열 개시 또는 균열 진전에 대하여 Alloy 82/182 용접 용가재 또는 Alloy 600<sup>(4)</sup> 재료의 민감도를 감소 또는 제거

주 (4) Alloy 600은 산업계, 규제기관 및 연구기관에서 UNS N06600에 대하여 공통 약어로 사용한다.

condition is corrected by repair/replacement activity or by corrective measures necessary to preclude pressure boundary degradation.

### 3200 Supplemental Examinations

(1) Any visual examination that detects a relevant condition (3141) indicative of possible through-wall leakage shall also receive a volumetric examination in accordance with 2500. The extent of the volumetric examination shall be in accordance with Figures 1, 2(a), 2(b), 3, 4, 5(a) or 5(b), as applicable.

(2) A surface examination may also be performed to help further characterize the extent of the unacceptable condition and the need for corrective measures, analytical evaluation, or repair/replacement activity.

### 9000 GLOSSARY

**cracked:** containing planar surface-connected flaws in contact with the reactor coolant environment during normal operation. A weld that is mitigated before it is examined shall be considered cracked. Reactor vessel nozzle welds at cold leg temperature requiring the core internals to be removed to perform the pre-mitigation examination may be considered uncracked if the requirements of Table 1, [Note 6(c)] or [Note 12(e)], as appropriate, are met. (See uncracked.)

**full structural weld overlay:** deposition of weld reinforcement on the outside surface of the piping, component, or associated weld such that the weld reinforcement is capable of supporting the design loads without the piping, component, or associated weld lying beneath the weld reinforcement.

**inlay:** a corrosion resistant barrier applied on the inside surface of the component between the Alloy 82/182 weld and the reactor coolant, requiring excavation of some portion of the Alloy 82/182 weld.

**mitigation:** an activity to reduce or eliminate the susceptibility of Alloy 82/182 weld filler material or Alloy 600<sup>(1)</sup> materials to crack initiation or crack

NOTE (1) Alloy 600 is a common abbreviation used by industry, the regulatory authority, and research organizations for UNS N06600.

하기 위한 활동. 완화는 균열 개시 전의 예방 또는 균열 개시 후의 보수 일 수 있다.

**온레이:** Alloy 82/182 용접부의 일정부분 파내기가 필요하지 않는 Alloy 82/182 용접부와 원자로 냉각재 사이의 기기 내면에 적용되는 부식저항장벽.

**최적용접오버레이:** 설계된 용접 덧살 아래에 놓인 배관, 기기, 또는 관련 용접부의 벽두께 외측 25%를 고려하여 설계 및 운전하중을 용접 덧살이 지지할 수 있도록 배관, 기기 또는 관련 용접부의 외면에 하는 용접 덧살의 용착.

**응력개선:** 1차수응력부식 균열의 개시 및 진전을 억제하기 위해 내부의 물과 접촉하는 표면 위에 충분한 응력상태를 발생시키는 공정. 비용접 응력개선기법은 MIA 4000에 포함되지 않으며 보수/교체 활동에 해당되지 않는다.

**균열이 없는 용접부:** 정상운전 중에 원자로 냉각재 환경에 접촉하는 표면연결 평면결점이 존재하지 않고 2500의 요건에 따라 비파괴검사를 수행.

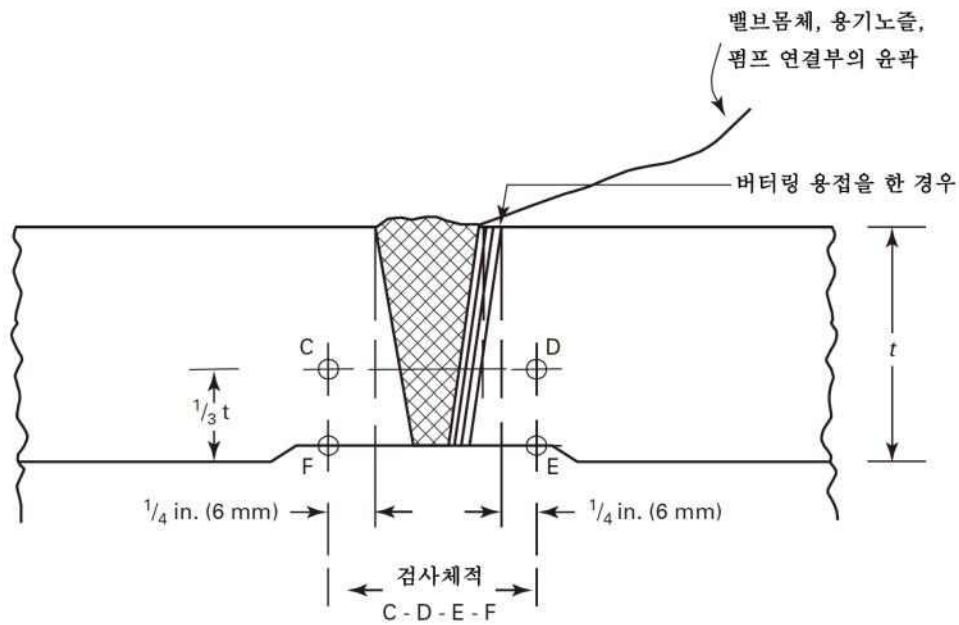
propagation. Mitigation can be preemptive, i.e., before crack initiation, or repair, i.e., after crack initiation is discovered.

**onlay:** a corrosion resistant barrier applied on the inside surface of the component between the Alloy 82/182 weld and the reactor coolant, not requiring excavation of some portion of the Alloy 82/182 weld. Alloy 600 is a common abbreviation used by industry, the regulatory authority, and research organizations for UNS N06600.

**optimized weld overlay:** deposition of weld reinforcement on the outside surface of the piping, component, or associated weld, such that the weld reinforcement is capable of supporting the design and service loads with consideration of the outer 25% of the wall thickness of the piping, component, or associated weld beneath the weld reinforcement in the design.

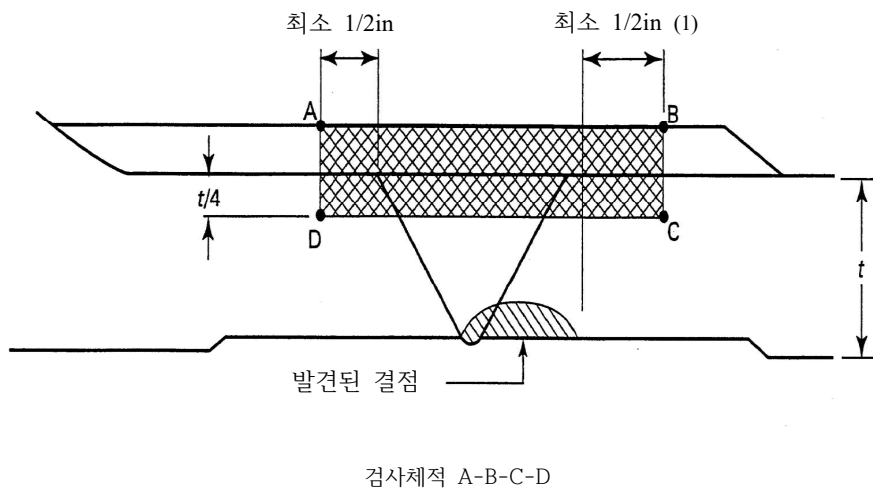
**stress improvement:** a process that produces sufficient stress conditions on the inside wetted surface to inhibit initiation and propagation of primary water stress corrosion cracking. Stress improvement techniques without welding are not included in MIA 4000 and are not repair/replacement activities.

**uncracked:** examined in accordance with the requirements of 2500 with no planar surface-connected flaws in contact with the reactor coolant environment during normal operation.



비고: 용접부 끝에 버터링이 있는 경우, 검사표면과 체적은 버터링의 양쪽 끝에서부터 측정되어야 한다. 교체된 용접부의 잔여부위가 포함될 수 있고, 제조공정으로 인해 노출된 표면 위에서 인위적인 깊이로 나타낼 수 있다. 실제 치수가 알려지지 않은 경우, 버터링 두께는 제조자의 도면 또는 1/2 in로 가정하여 결정될 수 있다.

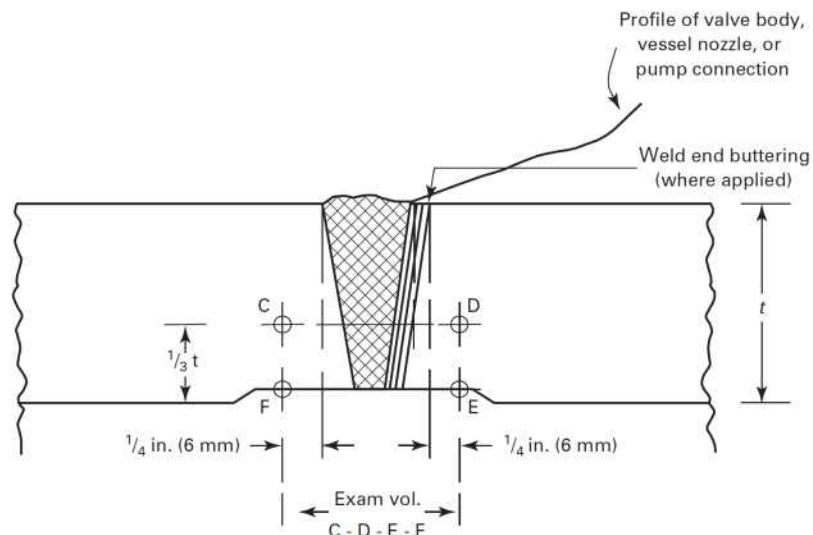
그림 1. NPS 2이상 용접부 검사체적



일반사항 : 용접부는 노즐 또는 안전단부를 포함한다.

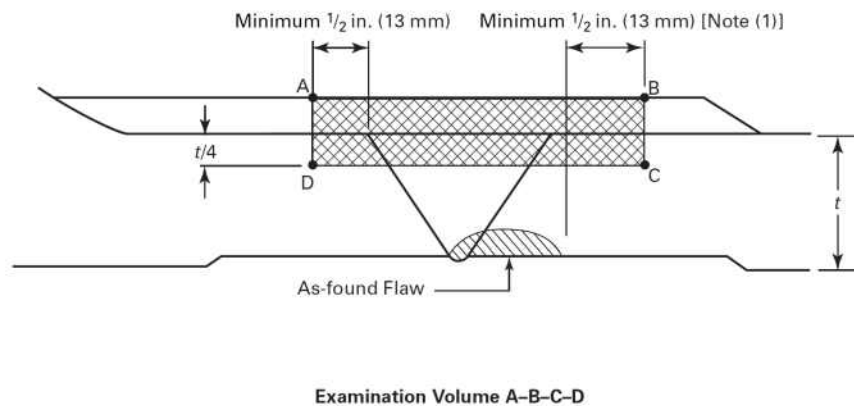
주 (1) 축방향 또는 원주방향 결점의 경우, 검사체적의 축방향 범위는 기존결점에서 최소 1/2 in. 이상 확장되어야 하고, 용접부 끝단에 버터링이 적용되었을 경우, 그 부위를 포함하는 원 용접부의 끝단에서 최소 1/2 in 이상 확장되어야 한다. 추가로 노즐 및 안전단부에서 1차수응력부식균열(PWSCC)에 민감한 재료도 포함된다.

그림 2(가). 전구조 용접오버레이 검사체적



GENERAL NOTE: When weld end buttering is present, on both sides, the examination surface and volume shall be measured from the end of both butterings. It may include remnants of replaced welds, and may appear artificially deep on exposed surfaces due to fabrication processes. Buttering thickness may be determined from manufacturer's drawings or assumed to be  $\frac{1}{2}$  in. if the true dimension is unknown.

Figure 1 Examination Volume for Welds NPS 2 (DN 50) or Larger

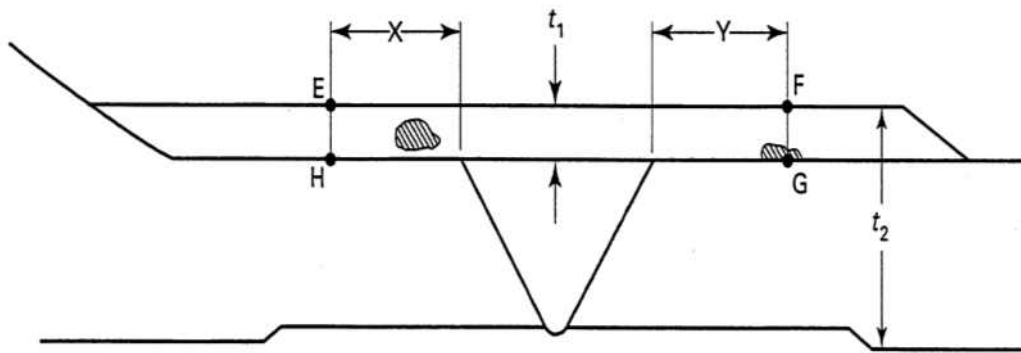


GENERAL NOTE: The weld includes the nozzle or safe end butter, where applied.

NOTE:

- (1) For axial and circumferential flaws, the axial extent of the examination volume shall extend at least  $\frac{1}{2}$  in. (13 mm) beyond the as-found flaw and at least  $\frac{1}{2}$  in. (13 mm) beyond the toes of the original weld, including weld end butter, where applied, plus any PWSCC-susceptible base material in the nozzle and safe-end.

Figure 2(a) Examination Volume for Full Structural Weld Overlays



- (가) 치수  $X$  또는  $Y$  는 오버레이 되어지는 각각의 노즐 단가공 또는 배관의 공칭두께와 동등하다.
- (나) 공칭벽두께는 E-F-G-H 내의 결점에 대해서는  $t_1$  이고 E-F-G-H 밖에 있는 결점에 대해서는  $t_2$  이다.
- (다) 결점이 E-F-G-H 안에 있고, 체적의 바깥으로 연장된 경우 두께  $t_1$  이 사용되어야 한다.
- (라) 용접부는 노즐 또는 안전단부 버티링과 추가로 노즐 및 안전단부에서 1차수응력부식균열(PWSCC)에 민감한 재료가 적용되면 포함한다.

그림 2(나). MIB 3514 합격표준 적용을 위한 두께  $t_1$  및  $t_2$ 의 정의

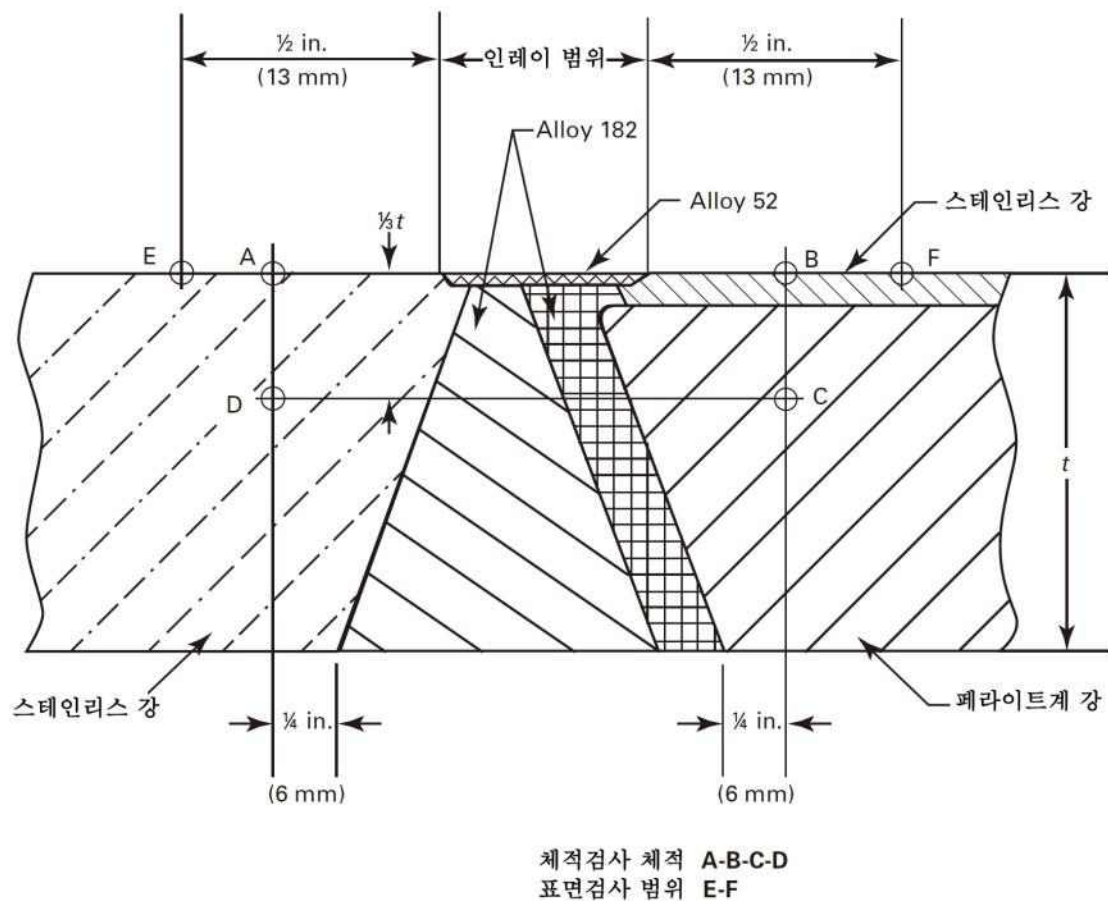
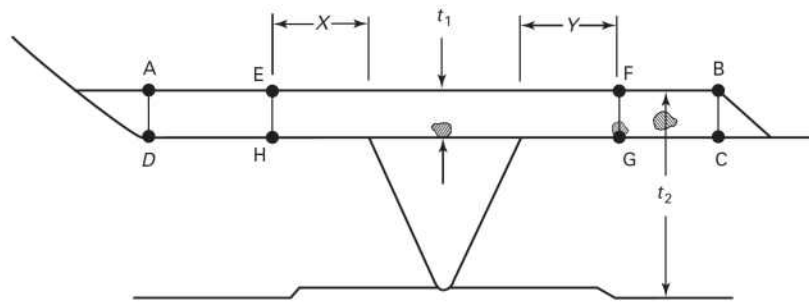


그림 3. 용접 인레이 검사 체적



## GENERAL NOTES:

- (a) Dimension  $X$  or  $Y$  is equivalent to the nominal thickness of the nozzle end preparation or the pipe, respectively, being overlaid.
- (b) The nominal wall thickness is  $t_1$  for flaws in E-F-G-H and  $t_2$  for flaws outside E-F-G-H.
- (c) For flaws that are in E-F-G-H and extend outside this volume, the thickness  $t_1$  shall be used.
- (d) The weld includes the nozzle or safe end butter, where applied, plus any PWSCC-susceptible base material in the nozzle and safe-end.

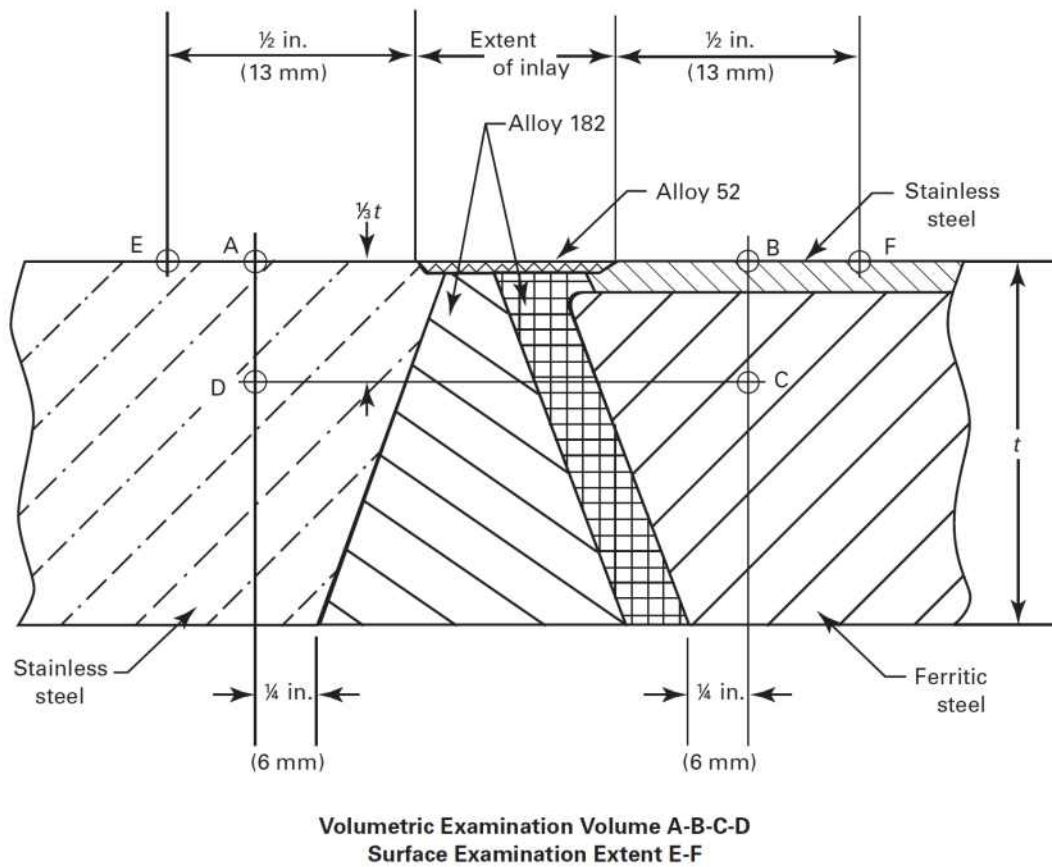
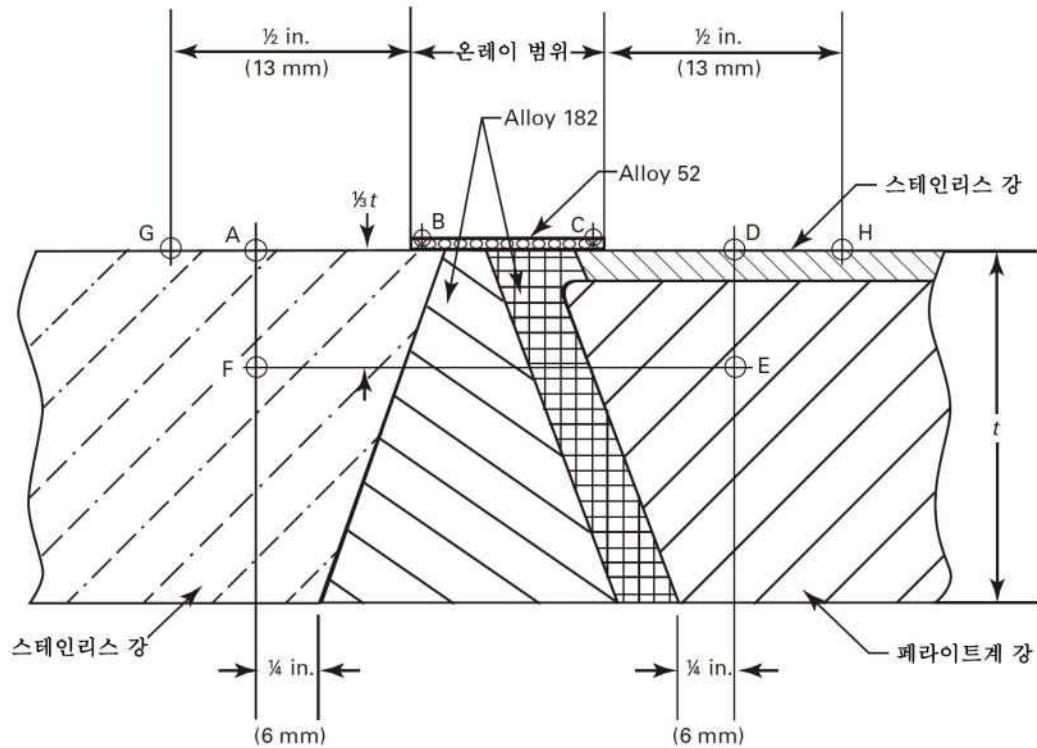
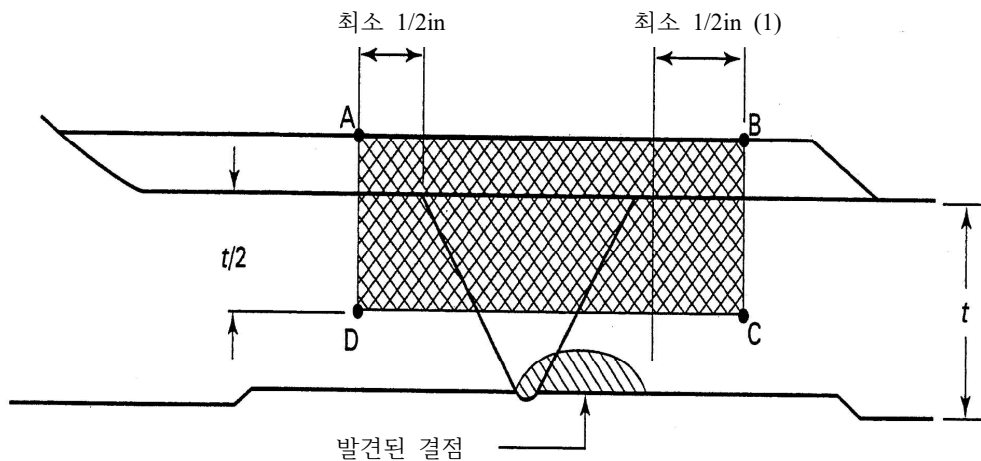
Figure 2(b) Definition of Thickness  $t_1$  and  $t_2$  for Application of MIB 3514 Acceptance Standards

Figure 3 Examination Volume for Weld Inlay



체적검사 체적 A-B-C-D-E-F  
표면검사 범위 G-H

그림 4. 내면 용접 온레이 검사체적



검사체적 A-B-C-D

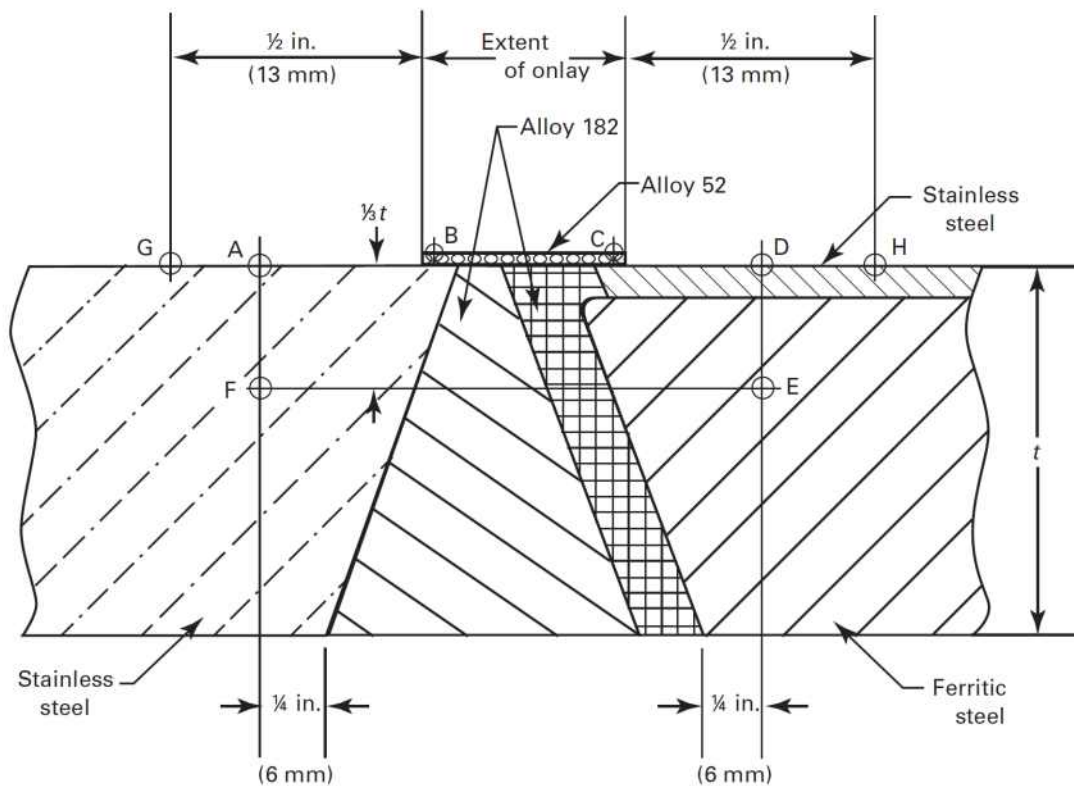
일반사항 (가) 용접부는 노즐 또는 안전단부(safe end) 버터링과 추가로 노즐 및 안전단부(safe end)에서 1차수응력부식균열(PWSCC)에 민감한 재료가 적용되면 포함한다.

(나) 축방향 결점에 대해서 구조적 오버레이 요건을 만족함을 보여줄 수 있는 오버레이 용접에 대한 검사체적 A-B-C-D 대안으로 그림 2(가)의 요구된 검사 체적이 배관 축에 수직방향인 검사각 빔 주사에 대해 사용될 수 있다.

주 (1) 축방향 또는 원주방향 결점의 경우, 검사체적의 축방향 범위는 기존결점에서 최소 1/2 in. 이상 확장되어야 하고, 용접부 끝단에 버터링이 적용되었을 경우, 그 부위를 포함한 원 용접부의 끝단에서 최소 1/2 in. 이상 확장되어야 한다.

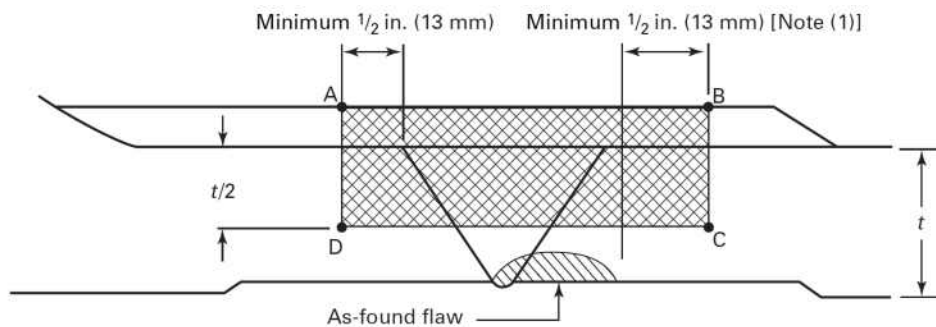
그림 5(가). 최적화된 용접 오버레이 검사 체적





**Volumetric Examination Volume A-B-C-D-E-F**  
**Surface Examination Extent G-H**

Figure 4 Examination Volume for Weld Inside Surface Onlay



**Examination Volume A-B-C-D**

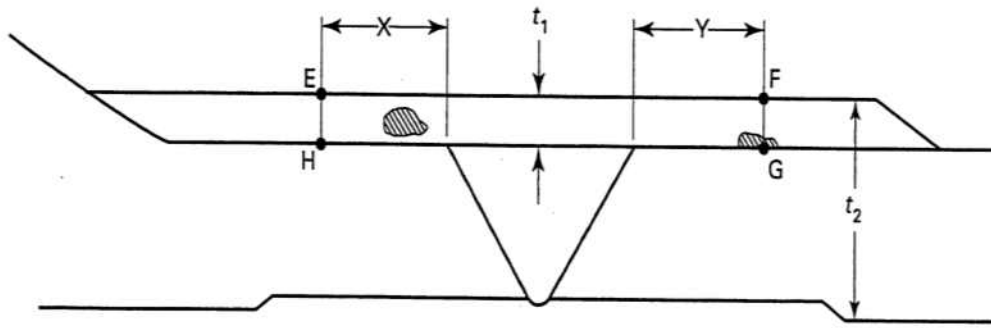
**GENERAL NOTES:**

- (a) The weld includes the nozzle or safe end butter, where applied, plus any PWSCC-susceptible base material in the nozzle and safe-end.
- (b) As an alternative to Examination Volume A-B-C-D for weld overlays that can be shown to meet the requirements for full structural overlays with respect to axial flaws, the required examination volume of Figure 2(a) may be used for scans in which the angle beam is directed perpendicular to the pipe axis. The Examination Volume A-B-C-D in Figure 5(a) shall be used for scans in which the angle beam is directed parallel to the pipe axis.

**NOTE:**

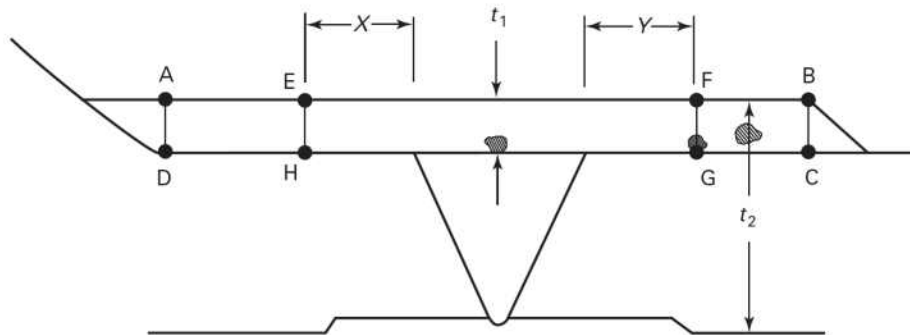
- (1) For axial or circumferential flaws, the axial extent of the examination volume shall extend at least  $\frac{1}{2}$  in. (13 mm) beyond the as-found flaw and at least  $\frac{1}{2}$  in. (13 mm) beyond the toes of the original weld, including any weld end butter, where applied.

Figure 5(a) Examination Volume for Optimized Weld Overlays



- 주 (1) 치수  $X$  또는  $Y$  는 오버레이 되어지는 각각의 노즐 단가공 또는 배관의 공칭두께와 동등하다.  
 (2) 평균벽두께는 E-F-G-H안에 있는 결점에 대해  $t_1$  이고 E-F-G-H 밖에 있는 결점에 대해  $t_2$  이다.  
 (3) 결점이 E-F-G-H 안에 있고 체적의 외부로 연장된 경우, 두께  $t_1$ 이 사용되어야 한다.  
 (4) 용접부는 노즐 또는 안전단부 버터링과 추가로 노즐 및 안전단부에서 1차수응력부식균열(PWSCC)에 민감한 재료가 적용되면 포함한다.

그림 5(나). MIB 3514 합격표준의 적용을 위한 두께  $t_1$  및  $t_2$ 의 정의



GENERAL NOTES:

- (a) Dimension  $X$  or  $Y$  is equivalent to the nominal thickness of the nozzle end preparation or the pipe, respectively, being overlaid.  
 (b) The nominal wall thickness is  $t_1$  for flaws in E-F-G-H and  $t_2$  for flaws outside E-F-G-H.  
 (c) For flaws that are in E-F-G-H and extend outside this volume, the thickness  $t_1$  shall be used.  
 (d) The weld includes the nozzle or safe end butter, where applied, plus any PWSCC-susceptible base material in the nozzle and safe-end.

Figure 5(b) Definition of Thickness  $t_1$  and  $t_2$  for Application of MIB 3514 Acceptance Standards

## 부록 I

### 의무요건

### 응력개선에 의한 완화에 대한 성능 기준 및 측정 또는 정량화 기준

#### I-1 성능 기준

균열개시의 가능성을 최소화하기 위하여, 공정은 민감한 재료 내에서 정상상태의 운전 중에 물과 접촉하는 전체 표면을 따라 압축응력을 발생해야 한다. 민감한 재료는 용접부, 버터링 및 모재를 포함한다.

##### I-1.1 측정 또는 정량화 기준

완화 후 응력상태를 확인하기 위해서 적절하게 벤치마크된 해석 또는 검증시험을 수행해야 한다. 해석 또는 시험은 잔류응력이 반영된 정상상태 운전의 축방향 및 원주방향 응력이 내면에서 압축응력으로 작용됨을 보여줘야 한다. 응력개선 전 잔류응력 조건은 내면에서 두께의 50% 깊이 및 360° 범위로 용접된 보수부로 가정되어야 한다. 해석 또는 시험은 압축응력장의 발생을 보장하기 위하여 임계공정 파라미터를 확인하고, 필요한 파라미터의 합격범위를 정해야 한다.

#### I-2 성능 기준

완화 공정으로 기인한 효과는 영구적이어야 한다.

##### I-2.1 측정 또는 정량화 기준

완후공정이 영구적이라는 것을 확인하기 위하여 해석 또는 검증시험을 수행해야 한다. 해석 및 검증 시험계획은 기동 및 정지응력, 정상운전 압력응력, 열주기응력, 과도응력과 잔류응력을 포함해야 한다. 분석 또는 검증시험은 (1) 셰이크다운

## MANDATORY APPENDIX I

### PERFORMANCE CRITERIA AND MEASUREMENT OR QUANTIFICATION CRITERIA FOR MITIGATION BY STRESS IMPROVEMENT

#### I-1 PERFORMANCE CRITERIA

To minimize the likelihood of crack initiation, the process shall have resulted in a compressive stress in the susceptible material along the entire wetted surface under steady state operation. Susceptible material includes the weld, butter, and base material, as applicable. The residual stress plus normal operating stress shall be included in the evaluation.

##### I-1.1 Measurement or Quantification Criteria.

A properly bench-marked analysis or demonstration test shall be performed to confirm the post-mitigation stress state. The analysis or testing shall show that the steady-state operating axial and hoop direction stresses combined with residual stresses are compressive at the inside surface. A pre-stress improvement residual stress condition resulting from a construction weld repair from the inside surface to a depth of 50% of the weld thickness and extending for 360 deg shall be assumed. The analysis or testing shall identify the critical process parameters and define acceptable ranges of the parameters needed to ensure that the compressive stress field has been developed.

#### I-2 PERFORMANCE CRITERIA

The effect produced by the mitigation process shall be permanent.

##### I-2.1 Measurement or Quantification Criteria.

An analysis or demonstration test shall be performed to confirm that the mitigation process is permanent. The analysis and demonstration test plan shall include startup and shutdown stresses, normal operating pressure stress, thermal cyclic stresses,

에 기인한 응력을 완화할 수 있는 하중조합 및 (2) 시간에 따른 응력완화와 관련된 재료특성을 설명할 수 있어야 한다.

### I-3 성능 기준

기기와 관련된 체적의 초음파 검사 수행을 위한 능력이 악영향을 받아서는 안된다.

#### I-3.1 측정 또는 정량화 기준

KEPIC MI, 부록 VIII, 기량검증 요건으로 인전된 실물크기 모형시험 및 비파괴검사는 완화된 기기의 관련체적에 대한 인정된 비파괴검사가 기기의 형상, 재료 물성, 또는 다른 요소의 변화를 포함한 완화 이후에 달성될 수 있음을 입증하기 위해 수행되어야 한다.

### I-4 성능 기준

#### I-4.1 측정 또는 정량화 기준

완화공정에 의해 KEPIC MN 또는 원 건조기술기준 설계기준을 초과하는 배관계통의 형상변화가 초래하지 않았음을 확인하기 위해 분석을 수행해야 한다. 지지물의 건전성과 설계 허용범위의 만족을 확인하기 위해 배관계통의 현장실사를 수행해야 한다. 재료시방서에 규정된 특성이 응력개선 후에 만족되는지를 확인하기 위해 해석 또는 평가를 수행해야 한다.

transient stresses, and residual stresses. The analysis or demonstration test shall account for (1) load combinations that could relieve stress due to shakedown and (2) any material properties related to stress relaxation over time.

### I-3 PERFORMANCE CRITERIA

The capability to perform ultrasonic examinations of the relevant volume of the component shall not have been adversely affected.

#### I-3.1 Measurement or Quantification Criteria.

Mockup testing and nondestructive examination qualified to KEPIC MI, Appendix VIII, performance demonstration requirements shall have been performed to demonstrate that a qualified examination of the relevant volume of the mitigated component can be accomplished subsequent to the mitigation including changes to component geometry, material properties, or other factors.

### I-4 PERFORMANCE CRITERIA

#### I-4.1 Measurement or Quantification Criteria.

An analysis shall have been performed to verify that the mitigation process does not result in changes to the piping system geometry that exceed KEPIC MN or original Construction Code design criteria. A walk down of the piping system shall be performed to verify support integrity and satisfaction of design tolerances. An analysis or evaluation shall be performed to verify that the properties specified in the material specification are met after the stress improvement.

## I-5 성능 기준

완화된 용접부는 인정된 공정에 의해 검사가 가능해야 한다.

### I-5.1 측정 또는 정량화 기준

평가는 완화된 형상에서 요구된 검사체적이 부록 VIII 보완요건 또는 다른 보완요건들의 범위 내에 있고 부록 VIII에 따라 인정된 비파괴검사 절차서가 사용되는지 확인해야 한다. 평가는 부록 VIII 자격인정의 기하학적 제한(예, 용접 크라운, 노즐 형상)이 완화된 용접부에 대해 초과되지 않음을 확인해야 한다.

## I-6 성능 기준

결점이 존재할 경우 완화의 일부분으로 명시해야 한다.

### I-6.1 측정 또는 정량화 기준

KEPIC-MI, 부록 VIII 기량검증 요건에 따라 인정된 비파괴검사는 모든 기존결점의 확인 및 크기측정을 위해 완화공정의 적용 전에 이 적용사례의 표 1에 따라 수행되어야 한다. 확인된 모든 기존결점은 성능기준 7을 만족하는 것으로 특별히 간주해야 한다.

## I-7 성능 기준

기존결점에 미치는 완화의 영향이 해석되어야 한다. 결합된 잔류응력 및 정상상태 운전응력을 사용하여 결점깊이에서 응력확대계수를 결정해야 하며, 0보다 커서는 안된다.

### I-7.1 측정 또는 정량화 기준

완화공정으로 인해 기존결점이 용접부의 수명 동안, 또는 계획된 차기 비파괴검사 전에 불합격을 초래하지 않는다는 것을 확인하기 위하여 MIB 3600 평가방법 및 합격기준을 사용하여 해석을 수행해야 한다.

## I-5 PERFORMANCE CRITERIA

The mitigated weld shall be inspectable by a qualified process.

### I-5.1 Measurement or Quantification Criteria.

An evaluation shall be performed to confirm that the required examination volume of the mitigated configuration is within the scope of an Appendix VIII supplement or supplements and that the examination procedures to be used have been qualified in accordance with Appendix VIII. The evaluation shall confirm that the geometric limitations(e.g., weld crown, nozzle contour) of an Appendix VIII qualification are not exceeded for the mitigated weld.

## I-6 PERFORMANCE CRITERIA

Existing flaws, if any, shall be addressed as part of the mitigation.

### I-6.1 Measurement or Quantification Criteria.

An examination qualified to KEPIC-MI, Appendix VIII performance demonstration requirements shall have been performed in accordance with Table 1 of this Case before the application of the mitigation process to identify and size any existing flaws. Any flaws identified shall be specifically considered in satisfying performance criterion 7.

## I-7 PERFORMANCE CRITERIA

The effect of mitigation on the presence of existing flaws shall be analyzed. The stress intensity factor at the depth of the flaw shall be determined using combined residual and steady state operating stresses, and shall not be greater than zero.

### I-7.1 Measurement or Quantification Criteria.

An analysis shall be performed using MIB 3600 evaluation methods and acceptance criteria to verify that the mitigation process will not result in any existing flaws to become unacceptable over the life of the weld, or before the next scheduled examination.