

용접부의 불연속 및 결함

(Weld Related Discontinuities and Defects)

최진성 / 극동건설(주) 기술연구소 책임연구원
공학박사, 구조기술사

1. 서론

강구조물의 연결방법으로는 리벳연결, 볼트연결 및 용접연결방법이 있다. 최근의 추세로는 고장력볼트의 개발과 용접기술의 발달로 인해 공장연결일 경우 용접연결법을, 현장연결일 경우 볼트연결법을 주로 사용하고 있다.

본고에서는 용접연결시 용접금속, 모재 및 용가재 등에 의한 불연속 및 결함에 대해 다루고자 한다.

용접연결은 그 표면을 소성상태 또는 유동상태까지 가열시켜 부재가 용해되도록 하여 금속성 부재를 연결하는 방법이다. 그러나 용접은 단시간에 고열을 수반하는 복잡한 금속학적 연결법이므로 부주의한 용접으로 인해 재질의 변화, 변형과 수축, 잔류응력 등이 발생된다.

또한 이로 인한 여러가지 형태의 용접결함이 생기기 쉽다. 따라서 용접연결을 사용할 경우에는 설계, 용접 및 재질에 대한 충분한 사전지식이 필요하다. 또한 용접은 품질관리 및 용접검사가 곤란하고 응력집중에 민감하며, 구조용 강재인 경우 저온에서 취성파괴의 위험성이 존재한다는 사실을 염두에 두어야 한다.

2. 용어의 정의

용접연결시 용접부의 불연속 및 결함에 대한 정의는 다음과 같다.

- 불연속(Discontinuity) - 기계적, 금속학적 또는 물리학적 재료의 특성이 변화하여 동질성(Homogeneity)을 상실하는 것과 같은 재질의 조직이 단절(Interruption)되는 현상으로, 이와 같은 불연속이 반드시 결함이라고 판정할 수 있는 것은 아님

- 흠(Flaw) - 바람직스럽지 못한 불연속을 Flaw라 함

- 결함(Defect) - 그 특성상 또는 누적된 영향으로 인해 부재나 구조물이 기준이나 시방서의 최소허용치를 초과하는 불연속으로 용접연결에서는 허용되지 않음

일반적으로 용접연결에서는 상기의 흠이나 결함을 총칭하여 용접결함이라 칭하고 있다.

실무에서는 특별시방서 또는 기준의 특수요구 조건의 일부 또는 전부를 만족시키지 못하는 용접부는 결함용접부(Defective Weld)로 간주된다. 결함용접부는 용접부의 사용목적과 관련된 어떠한 특수기준이나 또는 특수요구조건을 참조하여 평가되어야 한다. 본고에서는 어떤 특수기

준이나 특수표준에 따라 용접부의 합격여부를 결정하는 방법을 다루고자 함은 아니고 다음과 같은 일반적인 결함 분류만을 다루고자 한다.

- (1) 도면 또는 치수 요구조건에 따른 결함 분류
- (2) 용접품 및 이와 관련된 불연속에 따른 결함 분류
- (3) 용접금속 또는 용접이음부의 바람직하지 못한 성질에 따른 결함 분류
- (4) 모재의 성질에 따른 결함 분류

3. 불연속의 원인(Causes) 및 기원(Sources)

불연속의 원인 및 기원은 크게 다음과 같이 나눌 수 있다.

- 용접공(Welder), 용접 작업자(Welding Operator)에 의한 원인
- 모재(Base Metal), 용가재(Filler Metal), 보호 가스(Shielded Gas)에 의한 원인
- 용접절차서(Welding Procedure)에 의한 원인

다음은 각 원인별로 발생하는 불연속에 대해 고찰해 본다.

3.1 용접공, 용접작업자에 의한 원인

- (1) Slag(슬래그)
- (2) Crater(크레이터)
- (3) Undercut(언더컷)
- (4) Underfill(언더필)
- (5) Incomplete Fusion(불완전용융, 용융불량)
- (6) Incomplete Penetration(불완전용입, 용입불량)

- (7) Spatter(스패터)
- (8) Arc Strike(아크 스트라이크)
- (9) Void, Blowhole, Air Pocket(기공)

이러한 불연속들은 용접공, 용접작업자의 다음과 같은 원인에 의해 발생된다.

- 미숙련 용접공, 용접작업자
- 부적절한 사전용접가공
- 용접 전·후 작업 미비
- 부적절한 용접절차서 사용

3.2 모재, 용가재 및 보호 가스에 의한 원인

모 재

- (1) Void(기공)
- (2) Inclusion(개재물)
- (3) Crack(균열)
- (4) Lamination & Delamination
- (5) Seams & Laps
- (6) Fissures(틈)
- (7) Lamellar Tearing(층상 터짐)

용 가 재(채움금속)

- (1) 부적절한 물리적, 화학적 조성
- (2) Void
- (3) Undercut
- (4) Crack
- (5) Incomplete Fusion
- (6) Incomplete Penetration

3.3 용접절차서에 의한 원인

- (1) Void
- (2) Undercut
- (3) Crack
- (4) Inclusion
- (5) Overlap
- (6) Distortion(비틀림)
- (7) 치수결함

- (8) 부식저항의 감소
- (9) 물리적 특성의 감소
- (10) Incomplete Fusion

(11) Incomplete Penetration

불연속의 원인 및 기원을 다음과 같이 분류할 수도 있다.

- 치수(Dimension)에 의한 원인
 - 비틀림, 부정확한 용접치수, 부정확한 용접 단면 형상, 부정확한 최종치수 (Final Dimension), 과도한 보강덧붙임 (Reinforcement) 등
- 용접품(Weldment)에 의한 원인
 - 다공성(Porosity), 개재물, 균열, 불완전 용융, 불완전용입, 부적절한 이음부 가공, 언더컷, 표면의 평탄성 부족 등
- 용가재(Filler Metal)에 의한 원인
 - 화학적, 기계적 성질
- 모재(Base Metal)에 의한 원인
 - 화학적, 금속학적, 기계적 성질

4. 불연속

본절에서는 용접과 관련된 불연속에 대해 그 특징을 간략히 소개하고자 한다.

4.1 치수에 의한 원인

① 비틀림(Distortion, 역변형)

용접작업은 고열과 금속의 용융작업으로 금속의 팽창, 수축 및 용착금속의 고형화(Solidification) 과정에 의해 용접부에 높은 응력이 발생한다. 이로 인해 용접부에는 구조물이 냉각된 후 높은 응력이 생성되어 용접부를 비틀리게 한다. 이와 같은 비틀림은 견고한 Fixture(임시고정장치), 적절한 용착순서(Welding Sequence), 용접방법 및 이음부 설

계를 통해 최소화시킬 수 있다(그림 1 참조).

② 부정확한 이음부 가공(Incorrect Joint Preparation)

각 이음부는 모재나 용접재의 두께 등을 고려한 적합한 이음부 치수를 가져야 한다. 만약 그렇지 못할 경우 용접부에서 불연속이 생길 우려가 있으며, 더불어 비틀림의 발생가능성도 존재한다.

③ 부정확한 용접치수(Incorrect Weld Size)

일반적으로 등면필렛용접의 용접치수(Weld Size)는 필렛용접부에 내접하는 최대 이등면 삼각형의 각장(Leg Length)이다. 또한 홈용접의 용접치수는 용입길이를 사용한다.

④ 부정확한 용접단면현상(Incorrect Weld Profile)

용접 후 최종단면은 사용하중 하에서 구조물의 성능발휘에 큰 영향을 미친다.

– 다층패스(Multipass) 용접

각 패스의 단면형상은 불연속을 이룰 확률이 상당히 크다. 즉 다음 패스의 용접을 행할 때 불완전용융, 슬래그 개재 등과 같은 불연속이 존재할 우려가 있다.

– 오버랩(Overlap)

오버랩은 종종 콜드 랩(Cold Lap)이라고도 부르며, 용접금속이 용접부의 가장자리에서 모재를 용해하지 않고 덮기만 하는 불연속이다. 이것은 부적절한 용접기술, 불충분한 가열, 부적절한 용접재료 선택, 조악한 플럭스 사용 등에 기인한다. 이와 같은 오버랩은 사용하중 하에서 응력집중으로 인해 노치를 생성시킬 수 있는 위험한 불연속이다(그림 4 참조).

– 과도한 오목성(Excess Concavity)

과도한 용접부 오목성은 모든 용접형태에서 발생될 수 있다. 이와 같은 용접부의 실제강도는 표준치수의 용접부의 실제강도와 비교하여

아주 작다.

필렛용접의 경우, 목두께는 각장으로부터 통상적으로 계산한 것보다 작다.

이와 같은 과도한 오목용접은 필렛용접이나 5G 또는 6G의 강관용접의 하향자세의 용접에서 주로 발생한다.

이와 같은 불연속은 통상 과도한 용접전류 또는 아크 길이에 의해 발생된다.

- 과도한 블록성(Excess Convexity)

과도한 용접부 블록성은 다층패스의 홈용접일 경우 중간층 패스에 아주 해로운 영향을 미친다. 왜냐하면 용융불량이나 슬래그 개재 등이

〈표 1〉 결함의 일반적인 형태

결함의 형태	위 치	비 고
1) 다공성 a) 균등분산 b) 집단 c) 선형 d) 판상	W	여기서 논의된 바와 같이 용접부에서만 발견됨 (다공성은 주조품에서도 또한 일반적으로 발견됨)
2) 개재물 a) 비금속슬래그 b) 금속슬래그	W	
3) 용융불량	W	이음부 경계 또는 패스 사이에서 발견됨
4) 용입불량이음	W	용접부 가공면 루트에서 발견됨
5) 언더컷	BM	용접금속 및 모재의 연결부 표면에서 발견됨
6) 언더필	W	이음부 가공면의 외측 표면에서 발견됨
7) 오버랩	W	용접금속 및 모재의 연결부 표면에서 발견됨
8) 레미네이션	BM	모재에서 일반적으로 단면의 두께 중앙부면에서 발견됨
9) 디레미네이션	BM	모재에서 일반적으로 단면의 두께 중앙부면에서 발견됨
10) 심과 랩	BM	모재 표면에서 발견. 거의 통상적으로 중방향임
11) 층상터짐	BM	용접부 HAZ 부근의 모재에서 발견됨
12) 균열 a) 중방향 b) 횡방향 c) 크레이터 d) 목 e) 토우 f) 루트 g) 언더비드 및 HAZ h) 틈	W, HAZ, BM W, HAZ, BM W W HAZ W HAZ W	용접금속 또는 용융경계층 인접의 모재에서 발견됨 용접부에서 발견됨(HAZ 및 모재에서 용접부로 전파될 수 있음) 아크가 종료되는 점의 용접부에서 발견됨 용접축에서 발견됨 용접금속과 모재의 면 사이의 연결점에서 발견됨 용접금속의 루트에서 발견됨 HAZ의 모재에서 발견(영향부위 밖의 모재 속으로 전파될 수 있음) 용접금속에서 발견됨
W-용접부 BM-모재 HAZ-열영향부		

발생되기 쉽기 때문이다. 이와 같은 불연속은 통상 불충분한 전류 또는 부적절한 용접기술에 기인한다.

– 과도한 용접보강 덧붙임(Excessive Weld Reinforcement)

용접보강 덧붙임은 단면의 강성을 증가시키고 응력집중을 유발시킬 수 있는 노치를 형성할 수 있다. 이와 같은 불연속은 부적합한 용접기술 또는 불충분한 용접전류에 기인한다.

⑤ 부정확한 최종치수(Incorrect Final Dimensions)

용접은 상세도면이나 스케치도에 명시된 단면치수를 만족시켜야 한다. 용접자는 각 용접이음부에서 수축량(Shrinkage)을 염두에 두어야 한다. 즉 수축량은 최종 단면치수에 영향을 미치기 때문이다. 최종 단면치수를 확보하기 위해서는 통상 용접 후 또는 후열처리 후 그라인딩 또는 기계연마시킨다.

4.2 용접부에 의한 원인

맞대기 이음, T-이음, 모서리 이음 및 겹치기 이음에서 발견되는 가장 보편적인 불연속형상이 <표 1>에 열거되어 있다.

① 다공성(Porosity)

다공성의 주원인은 모재의 표면, 용가재(용접봉, 가스) 및 용접장비 등에 위치한 먼지, 녹, 습기 및 용접방법 등에 의한 기공(Voids)의 불

연속이다. 다공성은 단지 공기만 함유한 불연속으로 슬래그 개재와 구분된다.

그림 2는 다공성 불연속을 나타내고 있다. 이에는 균등분산기공(Uniformly Scattered Porosity), 집단기공(Cluster Porosity), 선형기공(Linear Porosity) 및 관상기공(Piping Porosity) 등이 있다.

② 슬래그 개재(Slag Inclusion)

슬래그 개재는 용접금속(Weld Metal) 또는 용접금속과 모재 사이에 연행된 산화물(Oxides)이나 기타 비금속(Non-metallic Solids)에 의한 불연속이다.

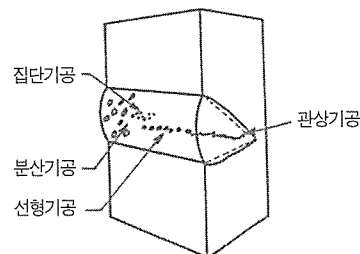
용가재의 충전시 또는 고형화(Solidification)시, 용접금속과 용접봉(Electrodes) 사이에 여러 형태의 화학반응이 이루어지며 이때 용융금속 중 슬래그 화합물이 생긴다. 이와 같은 슬래그 화합물은 비중이 낮아 용융금속의 표면으로 상승하게 된다. 가스텅스텐아크용접(GTAW)일 경우, 텅스텐 개재물이 용접부에 생길 수 있다. 즉 텅스텐 용접봉이 용융금속내에 잠기면 이와 같은 텅스텐 개재물이 생긴다.

③ 불완전용융(Incomplete Fusion)

불완전용융은 용가재는 용융되었으나 모재가 용융되지 않을 경우 발생하는 불연속이다. 이와 같은 불완전용융은 모재의 가열온도 부족, 가열이나 플럭스와 같은 기술을 사용하여 표면에 존재하는 산화물이나 기타 이물질들을 충분히 용해



(그림 1) 비틀림(Distortion)



(그림 2) 다공성(Porosity)

시키지 못할 때 발생한다(그림 7 참조).

④ 부적절한 이음부 용입(Inadequate Joint Penetration)

이음부 용입은 용접금속의 이음부로 용융되어 들어갈 수 있는 깊이이다.

불완전용입이란 용가재와 모재 또는 모재에 용접부의 루트까지 완전히 용가재를 채우지 못했을 때 발생하는 불연속이다. 이와 같은 불연속은 표면의 산화물이나 불순물을 충분히 용해시키지 못했을 때나 충분한 열전달이 이루어지지 못했을 때 발생한다(그림 7 참조).

⑤ 언더컷(Undercut)

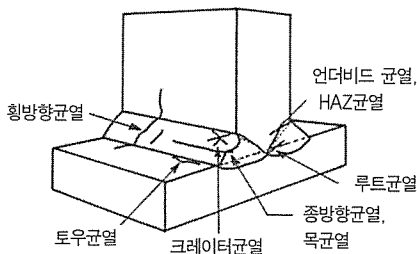
언더컷은 종종 발생하는 불연속으로 용접자가 용접방법을 잘못 사용하였거나 용접전류가 너무 높을 때 발생된다. 언더컷은 용접금속과 모재 사이의 용해경계상에서 모재가 탈락된 불연속이다(그림 7 참조).

⑥ 균열(Crack)

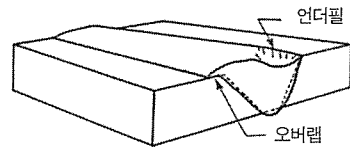
불연속의 가장 일반적인 형태로서 단면에 작용하는 응력이 금속의 허용응력을 초과할 때 발생된다. 균열은 모재 또는 용접금속에서 발생된다. 이들은 종종 여타의 불연속 및 노치 등과 같이 나타날 수 있다.

수소취성(Hydrogen Brittleness)은 주로 균열을 일으키며 용융금속내에 연행된 여분의 수소에 의해 용접부가 취성을 나타내는 불연속이다.

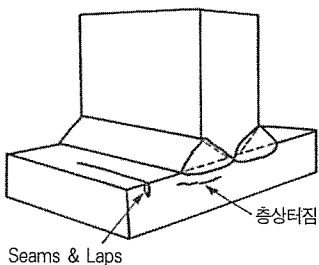
균열은 그 형상 및 위치에 따라 종방향균열(Longitudinal Crack), 횡방향 균열(Transverse Crack), 목균열(Throat Crack), 루트균열(Root Crack), 토우균열(Toe Crack), 크레이터균열(Crater Crack), 언더비드균열(Underbead Crack) 및 열영향부균열(HAZ Crack), 틈(Fissure) 등으로 구분할 수



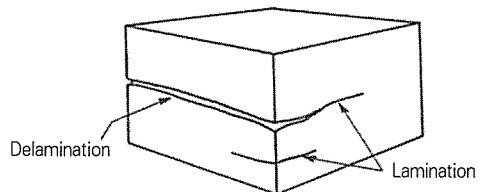
〈그림 3〉 균열(Crack)



〈그림 4〉 오버랩(Overlap), 언더필(Underfill)



〈그림 5〉 층상터짐, Seams & Laps



〈그림 6〉 Lamination & Delamination

있다(그림 3 참조).

⑦ 오버랩(Overlap)

4.1 ④-오버랩(Overlap) 참조

⑧ 언더필(Underfill)

언더필은 용접부의 상단이나 하단에서 모재표면보다 작게 용접된 부분을 말하며, 용접자가 주어진 용접치수까지 용융시켜 채우지 못했을 때 발생하는 불연속이다(그림 4 참조).

4.3 용가제에 의한 원인

주어진 용접부에 대해서는 규정된 화학적, 기계적 성질을 갖는 용가제를 사용하여야 한다. 그 조건은 용접에 사용된 기준이나 시방서에 따라 다르다. 따라서 기준이나 시방서에 규정된 것과 상이한 용가제를 사용할 경우 용접결함을 야기할 수 있다. 용가제의 기계적 성질은 인장강도, 항복강도, 연성, 경도 및 충격강도 등에 대해 조사해야 한다.

4.4 모재에 의한 원인

모재에 대한 화학적, 금속학적, 기계적 성질은 사용된 기준이나 시방서에 규정되어 있다. 이에는 화학성분, 청결도, Lamination, 표면상태(비늘, 오일, 페인트, 녹 등), 기계적 성질 및 단면치수이다.

① 층상터짐(Lamellar Tearing)

층상터짐은 모재에서 발생하는 층모양의 분리현상이다. 이와 같은 불연속은 용접중 상하방향이 수축응력에 의해 발생된다. 대개 층상터짐은 표면하에 존재하므로 육안으로 식별할 수 없는 심각한 불연속이다(그림 5 참조).

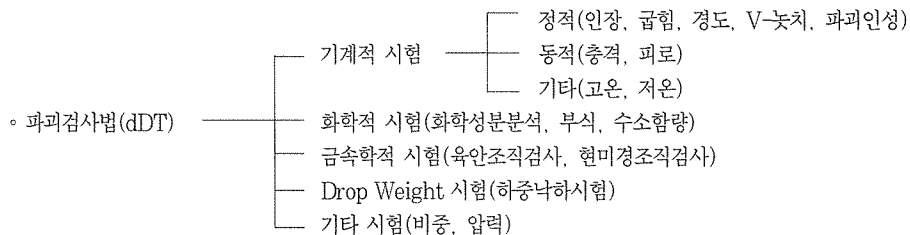
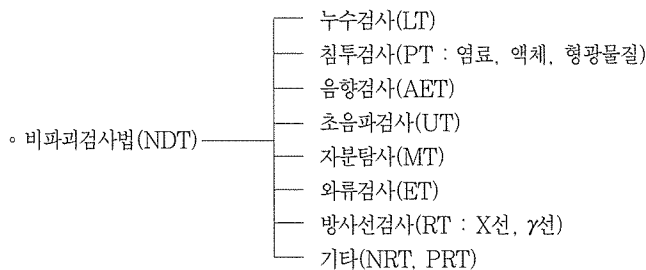
② Lamination and Delamination

구조용 강에 있어서 Lamination은 압연중에 발생하는 불연속이다.

강괴(Ingots) 내의 파이프, Seam, 개재물 및 편석(Segregation) 등은 강판을 압연시킴에 따라 납작해져서 퍼져 나간다. 이와 같은 Lamination은 Laminate된 방향 및 수직방향의 강도를 현저히 감소시킨다. Delamination은 외부하중이 걸릴 때 Lamination이 분리되

(표 2) 용접검사법의 분류

◦ 육안검사법(VT)



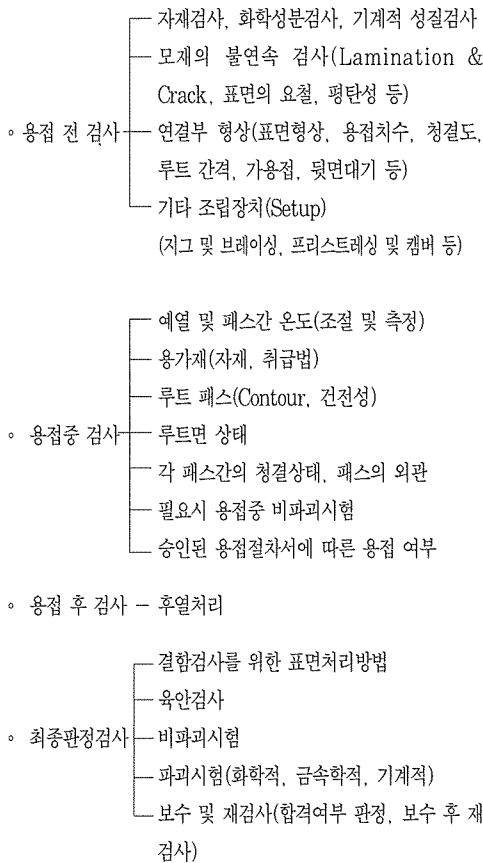
는 것을 말한다(그림 6 참조).

③ Seams and Laps

Seam과 Lap은 압연제품이나 단조제품에서 나타나는 횡방향의 모재의 불연속이다. Seam은 금속의 표면에서 용접되지 않은 채로 접히거나 겹쳐진 불연속이다. Lap은 고온의 금속이 겹쳐져서 표면에서 용접되지 않은 채 압연된 불연속이다.

이와 같은 불연속들은 주응력 방향과 평행하게 응력을 받을 경우에는 별로 문제가 되지 않으나, 수직방향으로 응력을 받거나 잔류응력이 발생하면 결함으로 발생된다(그림 5 참조).

〈표 3〉 용접검사 절차도



④ 스패터(Spatter)

스패터는 모재의 표면에 나타나는 용융금속이 비산하여 생긴 작은 용융금속덩어리이다. 스패터가 큰 경우에는 모재를 천이온도(Transition Temperature) 이상으로 가열시켜 잔류응력이 발생되고 취약한 부분이 생성되는 결함이 될 수 있다.

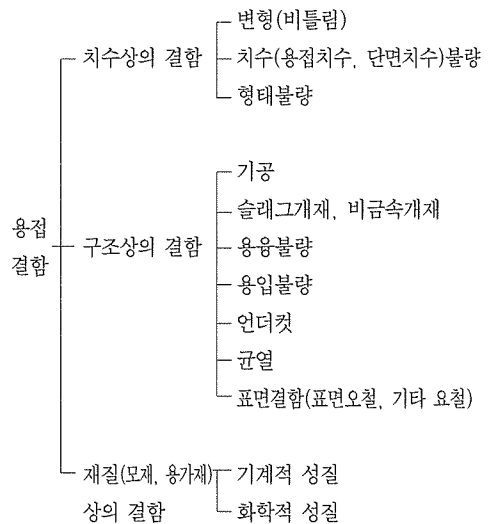
⑤ 아크 스트라이크(Arc Strike)

아크 스트라이크는 용접부위 밖에서 가열이나 용융이 일어나는 경우에 발생하는 불연속이다. 이와 같은 아크 스트라이크는 스패터와 동일한 영향을 모재에 미친다. 아크 스트라이크는 용접자가 부주의로 용접봉을 모재에 접촉시킬 때 발생되며, 아크를 시작하기 위해 고위로 흠이 있는 부위 밖의 모재를 용접봉으로 건드릴 때도 발생된다.

5. 용접검사

용접부의 불연속으로부터 이 불연속이 결함인

〈표 4〉 용접결합의 종류



지 아닌지를 시방서나 기준 등의 최소허용치를 비교함으로써 용접검사관(Welding Inspector)이 판정한다. 이와 같은 판별을 위해서는 여러 가지 보조수단을 사용하여 불연속을 우선 발견해야 한다.

이와 같은 보조수단은 크게 3가지로 나눌 수 있다.

- 육안검사(VT : Visual Inspection)
- 비파괴검사(NDT : Non-destructive Testing)
- 파괴검사(DT : Destructive Testing)

〈표 2〉는 용접검사법을 분류한 표이다.

용접검사는 그 검사시기에 따라 다음과 같이 분류할 수 있다.

- 용접 전 검사
- 용접중 검사
- 용접 후 검사
- 최종판정검사

5.1 용접 전 검사

검사대상 항목

- 용접설비, 모재, 용가재(용접봉 포함), 용

〈표 5〉 모재와 용접금속의 결합, 그 시험과 검사법

결함의 종류	시 험 과 검 사 법
<ul style="list-style-type: none"> ◦ 치수상의 결함 변형(비틀림) 용접금속부의 치수 부적절 용접금속부의 형태 부적절 	적당한 게이지를 사용하는 육안검사 용접금속용 게이지를 사용하는 육안검사 "
<ul style="list-style-type: none"> ◦ 구조상의 불연속(결함) 기공, 다공성 비금속개재, 슬래그개재 용융불량 용입불량 언더컷 균열 표면결함 	방사선검사, 자분탐사, 와류검사, 초음파검사, 파단검사, 현미경검사, 매크로 조직검사 " " " 육안검사, 방사선검사, 굽힘시험 육안검사, 방사선검사, 초음파검사, 현미경검사, 매크로 조직검사, 자분탐사, 침투검사, 굽힘시험 육안검사, 기타
<ul style="list-style-type: none"> ◦ 재질상의 결함 인장강도의 부족 항복강도의 부족 연성의 부족 경도의 부적당 피로강도의 부족 충격에 의한 파괴 화학성분의 부적당 내식성의 불량 	전용용접금속인장시험, 맞대기용접인장시험, 필렛용접전단시험, 모재인장시험 전용용접금속인장시험, 맞대기용접인장시험, 모재인장시험 전용용접금속인장시험, 자유굽힘시험, 형틀굽힘시험, 모재인장시험 경도시험 피로시험 충격시험 화학분석 부식시험

접공/ 용접작업자, 용접절차서 등

5.2 용접중 검사

검사대상 항목

- 용접봉 보관상태, 건조상태, 이음부 표면 상태, 각 패스의 비드형상, 용융, 용입상태, 슬래그 섞임, 터짐, 크레이터의 처리상태, 밀면따기 등

- 용접전류, 전압, 용착순서, 용접순서, 용접자세, 용접치수 등

- 예열온도, 패스간 온도 등

5.3 용접 후 검사

검사대상 항목

- 후열처리

5.4 최종판정검사

검사대상 항목

- 결함검사 및 교정

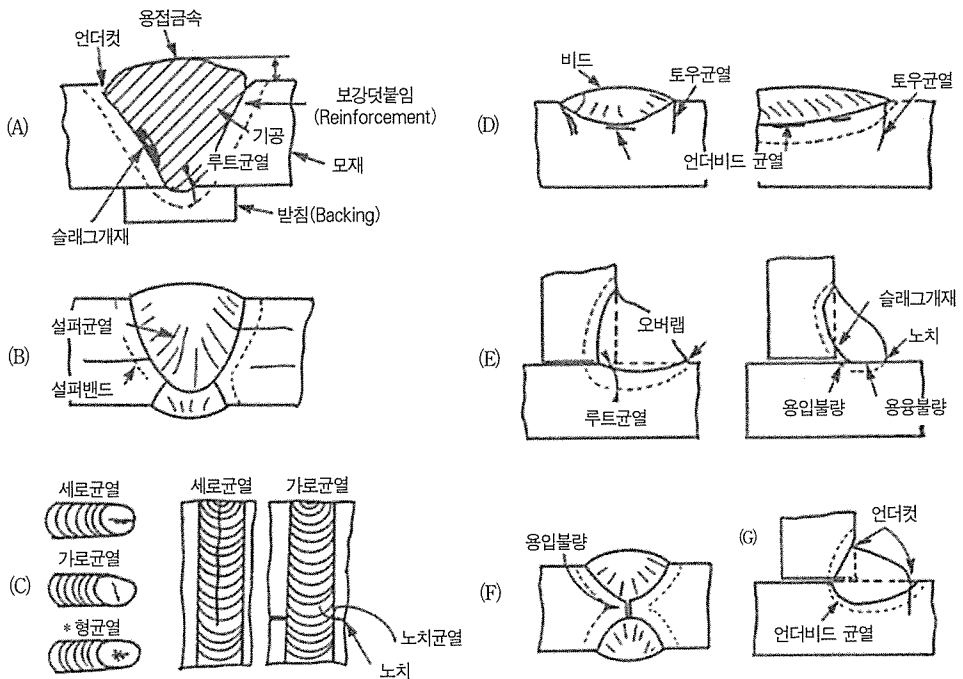
- 용접보수 및 재검사

이상을 도식화 하면 <표3>과 같다.

6. 용접결함

용접부의 결함은 용접중 또는 용접 후 검사에서 발견되며 <표 2>에 제시된 용접검사법과 도면, 기준 및 시방서 등을 참고하여 결함여부를 판정한다.

용접결함을 원인별로 대별하면 <표 4>와 같으며, <표 5>에 용접결함 원인별 검사방법이 제시되어 있다. 그림 7은 구조상의 용접결함을 도시한 그림이다.



<그림 7> 용접결함의 종류

7. 결 론

본고에서는 용접 연결시 발생될 수 있는 여러 가지 불연속의 원인 및 그 기원에 대해 간단히 소개하였으며, 여러가지 용접검사법에 의해 용접결함을 판별하는 과정에 대해 언급하였다.

앞에서도 살펴본 바와 같이 건설기술자들은 「용접구조물은 항상 결함이 존재할 수 있다」는 사실을 염두에 두고 설계 및 시공이 이루어져야 하며, 또한 적절한 유수보수관리가 이루어져야 용접구조물의 사용성을 확보할 수 있다. 이와 같은 용접구조물의 불연속이나 결함에 대해 관심이 있는 건설기술자들은 참고문헌에 소개된 책자를 참고하기 바란다.

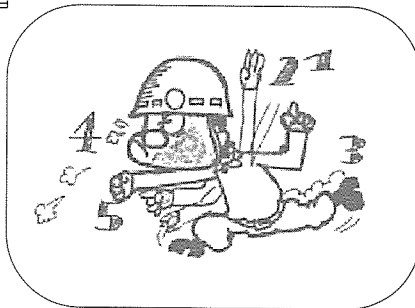
〈참 고 문 헌〉

- (1) 극동건설 기술연구소, 1995, 표준용접용어 해설
- (2) 이용 편저, 1990, 용접검사의 기초, 대신기술
- (3) 김교두 역편, 1992, 최신용접 핸드북, 대광서림
- (4) 용접학회편, 소와31, 용접편람, 丸善
- (5) 극동건설 기술연구소, 1996, 구조용 강 용접 기준
- (6) 극동건설 기술연구소, 1995, 교량용접기준
- (7) AWS, 1988, Welding Inspection, 2nd Ed., American Welding Society, Miami, Florida
- (8) KS B 0106, 1980, 용접용어, 한국공업규격

만화로 배우는 안전(1)

◆ 작업은 바른 순서로 한다

- 여러분은 현장에서 감독자로부터 실제의 작업 하는 방법을 배우게 되겠지만 어떤 작업에도 「정해져 있는 순서」가 있습니다.
- 그 순서는 작업을 「안전하고 능률적이고 올바른 확실히」하기 위해 실제의 작업 중에서 만들어져온 것으로서 이것을 「작업표준」이라고 합니다.



- 감독자로부터 배웠던 작업절차와 작업상 주의해야 되는 것을 잘 기억해서 실행합니다.
- 자기 멋대로의 순서나 「익숙해짐(습관)」으로 인한 실수와 무리한 방법 등으로 작업을 하면 부상을 하든가 큰 사고가 됩니다.