

선박에 대한 비파괴검사의 동향

이 상 복

Trend of Nondestructive Testing in Shipbuilding Industry

Sangbok Lee

1. 서 론

선박의 용접 이음부는 그 수명 동안에 자중과 화물의 무게를 지탱하고 응력, 부식, 피로 균열에 대한 저항력을 가져 파단 되는 사고가 없이 운송 수단으로서 경제적인 이익 창출에 기본이 되어야 하는 것은 자명한 사실이다.

용접부는 먼저 재료적으로 요구하는 강도를 가져야 하고 용접재의 올바른 사용과 올바른 시공에 의한 용접 작업을 거쳐서 완성되어져 신뢰성 있는 검사방법으로 조사, 평가하여 요구하는 품질을 만족시켜야 한다.

용접 이음부에 대한 검사방법으로는 파괴검사와 비파괴검사가 적용되고 있지만 파괴검사는 신뢰성은 높으나 용접 이음부에 직접 수행하기란 불합리한 점이 있으며 또한 전체에 대해서는 불가능하다.

대안의 방법으로 비파괴검사는 용접부에 손상을 입히지 않고 결함의 존재에 의해 변화하는 물리적 성질을 측정하고 검출하여 품질기준에 따라 합격 혹은 불합격의 판정이 가능하기에 생산 공정 중에 또한 널리 적용되고 있다.

1970년대 초, 국가 기간산업인 조선 산업의 육성 정책으로부터 시작하여 현재 세계 최고의 품질과 생산량을 자랑하는 조선소가 되기까지 그 역할을 인정하고 비파괴검사 동향에 대해 기술하고자 한다

2. 비파괴검사의 방법

용접 이음부에 대한 비파괴검사는 다음의 방법들이 대표적으로 적용된다.

1) 방사선투과검사(Radiographic Testing)

기록매체(Film 등)에 그 영상을 나타내는 투과방사선을 이용하여 완전용입용접 이음부의 내부에 존재하는 불연속을 검출하는 방법(Fig. 1) - 구상 결함, 이중금속 및 방사선 조사 방향과 평행한 불연속부에 대하여

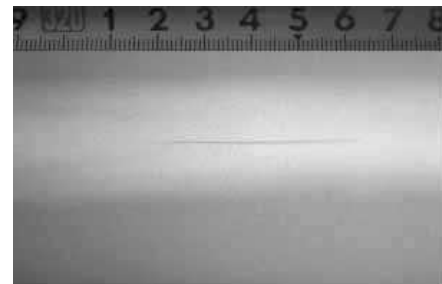


Fig. 1 FGB 기법 용접 이음부 고온균열 방사선투과사진



Fig. 2 SAW 기법 용접 이음부 초음파탐상검사

우수한 검출 능력을 나타낸다.

2) 초음파탐상검사(Ultrasonic Testing)

Fig. 2 와 같이 초음파를 완전용입용접 이음부 중으로 보냈을 때 나타내는 음향적 성질의 변화를 이용하여 불연속을 검출하는 방법 - 균열, 용입부족 혹은 용합불량 등 면상 결함 검출능력이 우수하다.

3) 자분탐상검사(Magnetic Particle Testing)

철강 재질의 용접 이음부 표면이나 표면 직하의 결함을 검출하기 위해 자분과 누설 자계를 이용하는 방법 (Fig. 3) - 균열 등의 결함 검출

4) 침투탐상검사(Liquid Penetrant Testing)



Fig. 3 밀폐 격벽 용접 이음부 자분탐상검사



Fig. 4 배관 용접 이음부 용합불량 결함 침투지시모양



Fig. 5 배관 용접 이음부 누설

용접 이음부의 표면에 입구가 열려 있는 결함을 눈으로 보기 쉽도록 하기 위하여, 형광 물질 또는 가시 염료가 포함된 침투액을 침투시킨 후 현상 처리하여 확대된 결함의 지시 모양으로 관찰하는 방법 - Fig. 4에서 볼 수 있듯이 표면으로 개구된 결함의 검출에 우수하다.

5) 육안검사(Visual Test)

사람의 눈으로 직접 용접 이음부의 표면을 관찰해서 균열이나 기공 등의 결함의 유무, 정도를 조사하는 방법.

6) 누설검사(Leak Test)

수밀, 유밀 탱크나 배관내의 기체 또는 액체가 누설하는지의 여부를 시험하는 방법이다(Fig. 5).

이 중 특히 방사선투과검사, 초음파탐상검사, 자분탐상검사, 침투탐상검사에 대해서는 선급협회에서 규정하

는 요구대로 문서화된 검사 Plan과 절차서에 의해 적용되며 이 검사를 수행하는 검사원은 검사 방법마다 지식과 경험이 있어야 하고 자격이 인증된 유자격자가 수행하여야 한다.

3. 비파괴검사원의 자격심사 및 인증 (Personnel Qualification)

비파괴검사원의 자격심사 및 인증은 선박의 발주처를 고려하여 통상 국제적으로 인정되는 규정에 따라서 시행되고 있으며 최근에는 EN 473, ISO 9712 적용을 요구하기도 한다.

현재 조선소에서 시행하고 있는 기준은 다음과 같다.

1) ASNT 요구조건 (ASNT Requirements)

비파괴검사를 수행하는 검사원은 미국 비파괴검사협회(ASNT: American Society for Nondestructive Testing)의 권장 실무편(Recommended Practice) No. SNT-TC-1A의 최신판에 따라 자격을 심사하여야 한다.

NDT Level I으로 자격 심사된 검사원 및 NDT Level II로 자격 심사된 검사원만이 비파괴검사를 수행할 수 있다.

2) 인증 (Certification)

Level I 및 Level II 검사원의 자격 인증은 ASNT로부터 자격인증을 취득한 Level III 검사원 또는 교육, 훈련, 경험 및 SNT-TC-1A에 기술된 필기시험(Written Examination)을 합격한 Level III 검사원에 의해 수행되어야 한다.

4. 적용 방법

비파괴검사의 적용은 일반적으로 조선소가 자주적으로 품질을 관리하기 위한 목적으로 하는 자체검사와 각 선급 Rule에 명시된 요구사항에 따라서 수행하여야 하는 공식검사로 분류되어 적용되어지며 각 검사마다 인정할 수 없는 결함이 확인되어진다면 적절한 방법으로 보수되어야 하고 재검사를 원칙으로 한다. 또한 검사 결과는 기록하고 제출되어야 한다.

적용 방법은 다음의 Table 1과 같다.

Fig. 6 은 최근에 적용되고 있는 컨테이너 호선의 전체적인 용접이음부의 전체적인 비파괴 검사의 플랜(Plan)을 보여주고 있는 것으로써 1차 작성되어지면 인증기관(선급이나 3rd Party)에 의해 인증을 취득한 후에 적용되게 된다.

Table 1 대상별 비파괴검사 적용

순번	대상	구분	NDT 방법	NDT 위치
1	SAW 기법	자체	UT	시.중단부, 이음부, 중앙부 각 300mm
2	FGB 기법	자체	UT	시.중단부 1,000mm, 중앙부, 이음부 각 300mm
3	EGW 기법	자체	UT	시.중단부, 이음부 각 300mm
4	FCAW 기법	자체	UT	시, 중단부, 중앙부 각 600mm
5	TMH 폐쇄부	공식	UT	100%
6	선미 플레이트 용접부	공식	UT MT	100%
7	탑재 (P/E) 용접부	공식	RT UT MT	318K DWT CLASS CRUDE OIL CARRIER / ABS 선급 예) - RT 108 개소/305mm - UT 813 개소/750mm - MT 172 개소/600mm 13,100 TEU CONTAINER CARRIER / GL 선급 예) - RT 282 개소/305mm - UT 1,460 개소/480mm - MT 51 개소/3,000mm
8	배관 용접부	공식	RT MT (PT)	1급관 RT/MT 100%, 2급관 RT/MT 10% 격벽의 배관 관통부 MT(PT) 100% - 누설 대안검사

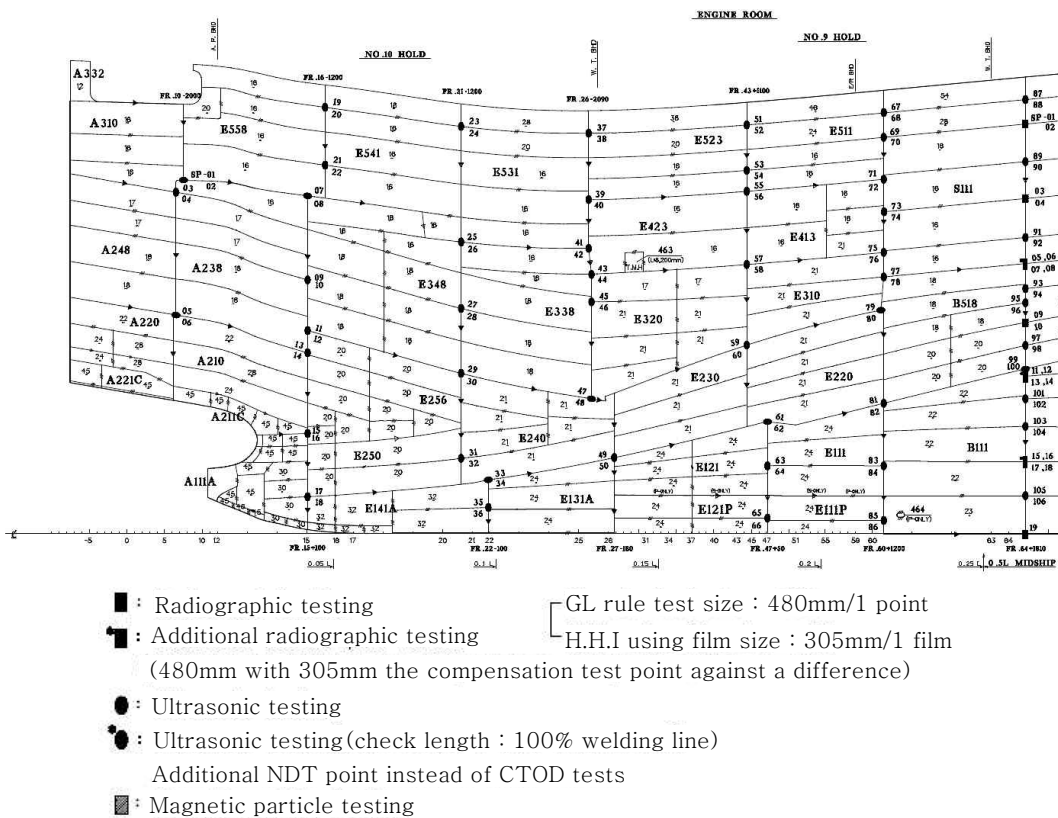


Fig. 6 13,100 TEU CONTAINER CARRIER 선체 외판 용접 이음부의 NDT Plan 예

Fig. 7에 의하면 완전용입용접부를 대상으로하는 RT 수와 UT수가 적용에 차이를 나타내는 것은 접근성, 중

사자의 방사선 피폭 문제 및 생산성을 검토하여 RT 보다 UT가 더욱 유리한 점이 있기에 조선소에서는 적극

Fig. 7 13,100 TEU CONTAINER CARRIER 용접 이음 부위별 NDT 수

POSITION	RT	UT	MT	TOTAL
Shell plate	166	476	-	642
Hatch coaming	52	210	-	262
Upper deck	64	127	52	242
Longitudinal bulkhead	-	162	-	162
Tank top	-	119	-	119
Deck longitudinal members	-	72	-	72
Side shell longitudinal members	-	92	-	92
LBHD longitudinal members	-	88	-	88
Bottom shell longitudinal members	-	58	-	58
Bottom girders	-	56	-	56
TOTAL	282	1,460	51	1,793

적으로 그 비율을 높이는 추세이다.

그러나 RT 방법과 UT 방법의 기법적 차이에 따라서 용접 기법마다 서로 다른 종류로 존재하는 불연속부 모두를 검출하기에는 각각 한계점이 상존하기 때문에 적용에 지속적인 연구가 필요하다.

5. 결 론

조선 산업의 비파괴검사 작업장은 고소, 밀폐 및 협소할 뿐만 아니라 대상 용접이음부도 대량이다. 또한 나날이 생산성 향상을 추구하는 촉박한 건조 공정 속에서 검사의 시종일관 수행이란 어려운 일이다.

그러나 서두에서 언급한 선박의 품질 보증차원에서 비파괴검사의 역할은 필수적이기에 모두의 지속적인 관심이 필요하다

고도로 발전하고 있는 용접 기술과 생산 공법에 의한 대량의 생산물에 대한 대응은 설비/인력 투자에 의한 신뢰성 있는 검사가 선행되어야 하지만 현실적으로는 결과에 오류가 나타나며 저임금과 어려운 업무 분야임이 인식되어져 이직자가 발생하는 현실을 감안하면 직업 환경 개선을 통해 우수한 인력 확보와 조선 분야에 적합한 장비의 개발이 필요하다

참 고 문 헌

1. The American Society for Nondestructive Testing, Inc. Recommended Practice No. SNT-TC-1A. Personnel Qualification and Certification in Nondestructive Testing
2. HHI's Nondestructive Testing Procedure for Steel Ships Doc. No. HHIS-CJ-2101-21-C45 R7
3. Rule for Classification and Construction. II Material and Welding - Germanischer Lloyd



·이상복
·1957년생
·현대중공업 조선사업본부
·비파괴 검사
·e-mail : sangbok@hhi.co.kr