

건설장비 비파괴검사 매뉴얼 (2020년 개정판)



신우개발주식회사

건설장비 비파괴검사 매뉴얼 (2020년 개정판)



신우개발주식회사

◆ 건설장비 비파괴검사 매뉴얼 개정판을 발간하며….

국내 비파괴검사는 1960년대 문화재보호사업의 일환으로 도입되어 현재는 플랜트, 조선, 항공, 발전소, 교량, 방위산업 등 산업 전반에서 널리 활용되고 있으며 최근에는 건설현장에서 사용하는 건설장비의 노후화로 인하여 건설장비에 대한 비파괴검사의 활용도 및 필요성이 더 커지고 있는 추세입니다.

이에 당사에서는 건설장비의 안전성 확보에 기여하고자 건설현장에서 사용하고 있는 건설장비에 대한 비파괴검사 방법 및 검사부위를 체계화 한 건설장비 비파괴검사 매뉴얼을 2016년 1월에 제작하여 배포하였고 2017년 8월에 개정판 I 을 제작, 배포한 후 신규 장비 및 T/C 기종을 일부 보완하여 이번에 개정판 II 를 제작하게 되었습니다.

당사는 2002년부터 건설장비 비파괴검사의 중요성을 인지하여 비파괴검사 전문가를 채용, 비파괴검사를 자체적으로 실시하여 왔으며 그 후 18년간 수 천대의 건설장비에 대한 비파괴검사를 실시하여 국내 최고의 건설장비 비파괴검사 실적 및 노하우를 보유하고 있습니다.

앞으로 건설장비 비파괴검사 시 본 매뉴얼을 활용하셔서 건설장비 구조부의 결함을 사전에 발견, 제거함으로써 건설장비의 안전성을 확보하시기 바랍니다.

끝으로 매뉴얼 제작에 도움을 주신 분들께 감사 드리며 신우개발은 앞으로도 건설장비의 중대재해 근절을 위하여 최선을 다할 것을 약속합니다.
감사합니다.

2020년 5월

신우개발(주) 대표이사

오 석 식

Contents

제1장 비파괴검사란?

제2장 타워크레인 비파괴검사

제3장 건설장비 비파괴검사

제4장 부적합사례

제5장 비파괴검사 기술지침

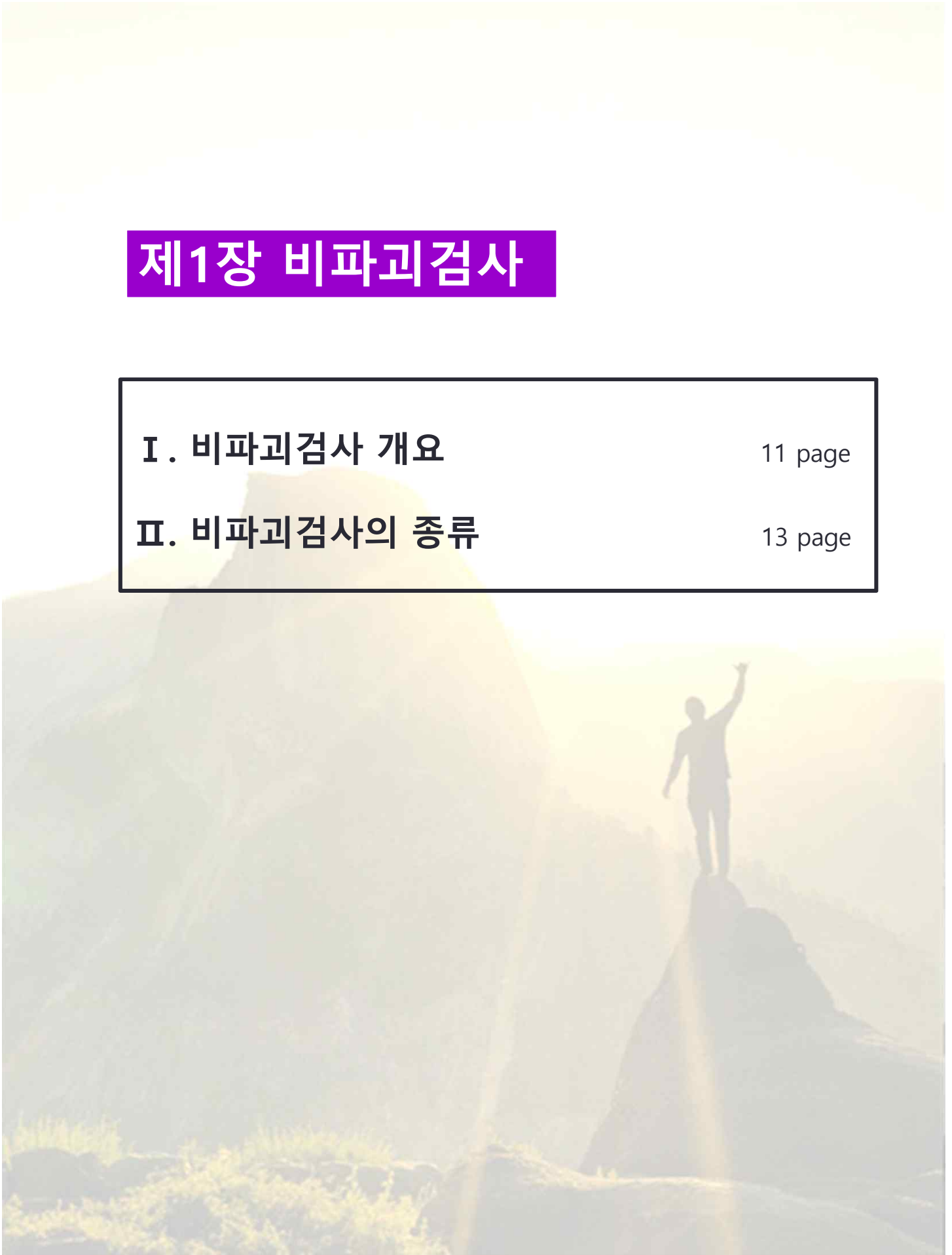
제1장 비파괴검사

I. 비파괴검사 개요

11 page

II. 비파괴검사의 종류

13 page



I. 비파괴검사 개요

1. 비파괴검사란?

비파괴검사란 물리적 현상을 이용한 특수한 방법으로 재료나 제품등의 검사대상물을 원형과 기능에 변화와 파괴, 손상을 주지 않고 품질, 성능 특성, 결함의 유무를 외부에서 검사하는 방법을 말한다.

용접부나 주물 속의 공동을 조사하는데는 엑스선, 감마선 베타선 등의 방사선 투과, 철판, 단조품, 관재등의 상처나 내부의 결함을 조사하는데는 초음파탐상, 물품표면의 작은 상처의 발견에는 침투법이나 자분탐상법이 사용된다.

2. 비파괴검사의 목적

1) 신뢰성의 향상

구조의 안전성을 확보하기 위해 구조물을 구성하고 있는 재료, 부품의 신뢰성을 향상시켜야 한다. 이러한 신뢰성 향상을 통해 철저한 물질 관리가 가능해 지고, 구조물을 믿고 사용 할 수 있게 된다.

적절한 비파괴검사를 각각의 목적에 맞게 적용함으로써 건전성을 확인 하고, 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

2) 제조 기술의 개선

비파괴검사의 결과를 분석 검토하여 제조 조건을 수정 보완함으로써 제조 기술의 개선이 가능하며 제조 기술을 향상 시킬 수 있다.

3) 제조 원가의 절감

제조 공정에서 적당한 시기에 적절한 비파괴검사를 적용하여 불량품을 조기에 발견하고 조치함으로써 시간과 재료를 절감할 수 있다.

3. 비파괴검사의 적용

시험체 내 결함검사, 시험체의 구조, 크기 및 도량, 물리적 기계적 특성, 화학적 분석 및 조성응력 및 외력에 따른 반응, 전자기장-열장-동위원소 등의 분포상태 등을 알아낼 수 있다.



4. 비파괴검사 결과의 신뢰성

비파괴검사 결과의 신뢰성이란 언제, 누가, 어디서 행하여도 동일 검사체에 대해서는 동일 검사결과를 얻을 수 있어야 한다. 즉, 비파괴검사 결과의 시간적 안전성이 있어야 한다. 비파괴검사는 특정한 물리에너지를 이용해서 침투, 누설, 흡수, 투과, 산란, 반사, 등의 변화를 특정의 검출체를 이용해서 검출하고 이상 유무를 조사하는 방법이다.

이상이 검출될 수 있는가 없는가는 다음에 기술한 내용에 크게 영향을 받는다.

- 검사체의 재질, 조직, 형상, 표면상태
- 사용하는 물리에너지의 성질
- 검출하고자 하는 이상을 나타내는 부분의 상태, 형상, 크기, 방향성
- 검출체의 특성

적절한 검사법을 이용해서 이상부분을 가능한 한 완전하게 검출하도록 해야만 한다. 특히 비파괴검사로 얻어지는 이상부분에 대한 정보는 이용하는 검사법에 따라 다를 수 있으며, 이는 비파괴검사 결과의 신뢰성이 검사방법과 시행법, 비파괴검사장치, 기술자 기량 및 평가능력 등의 요인에 따라 영향을 받기 때문이며, 이들을 종합적으로 검토해야 한다.

II. 비파괴검사의 종류

1. 육안검사 (VT : Visual testing)
2. 액체침투탐상 검사 (PT : Liquid penetration testing)
3. 자분탐상 검사 (MT : Magnetic particle testing)
4. 초음파탐상 검사 (UT : Ultrasonic testing)
5. 방사선투과 검사 (RT : Radiographic testing)
6. 와류탐상 검사 (ET : Eddy current testing)

※ 건설장비 비파괴검사는 이 중 육안검사, 자분탐상검사, 초음파탐상검사를 주로 사용하고 있음

1. 육안 검사 (VT)

1) Visual Test

- 가장 기본이 되는 비파괴 검사법
- 확대경 · 내시경 · 거울 등과 같은 보조수단 이용 가능
- 검사대상에 대한 사전 지식(재료,구조,사용이력 등)이 요구됨

2) 육안검사의 종류

직접 육안검사	간접 (원격) 육안검사
눈의 위치 및 각도는 표면에서 600mm 이내 및 표면과 각도는 30도 이상	직접 육안검사 대체
시계각도 향상을 위해 보조기구 사용 가능	확대경 · 내시경 · 거울 등과 같은 보조수단 이용
조명 500lux이상의 밝기 확보	직접 육안검사시 해상력과 동등이상의 해상력

2. 액체침투탐상 검사(PT)

1) 액체 침투탐상 검사(Liquid Penetrate Test)

- 시험대상의 소재에 관계없이 제품, 재료의 표면검사에 사용됨.

2) 검사특징

- 장점 : 재질에 관계없이 응용분야가 넓으며 다른 검사에 비해 원리가 단순하고 사용하기 편하여 쉽게 검사할 수 있음.
- 단점 : 표면이 거칠거나 다공성 시험체는 검사가 곤란하며 시험체 표면에 접근이 가능해야 검사 수행이 가능함. 열린 불연속부만 검사가 가능하고, 주변환경과 온도에 제약을 받음.

3) 적용대상

주조, 단조, 용접물, 금속재료, 탱크, 파이프. 비금속, 플라스틱 재료



3. 자분탐상 검사 (MT)

1) 자분탐상검사 (Magnetic Particle Test)란?

- 자분탐상검사는 MT라 불리고, 피검사체를 교류 또는 직류로 자화시켜 자분을 적용시키면 결함부위에 자분이 밀집하여 결함의 모양대로 지시하여 육안으로 판정하는 검사법으로 미세한 표면 균열검출에 적합함.

2) 검사특징

- 장점 : 자성체인 제품에 적용할 수 있으며 자장의 특성상 제품의 표면 및 표면에 가까운 내부의 결함을 쉽게 찾아낼 수 있음. 검사 방법이 쉬우며 시험체의 크기, 형상에 구애받지 않고 검사비용이 저렴함.
- 단점 : 자화가 가능한 강자성체에 국한되며 표면근처 결함만 검출할수 있어 내부 판별은 어려움.



<자분탐상 검사>

3) MT 작업시 일반사항

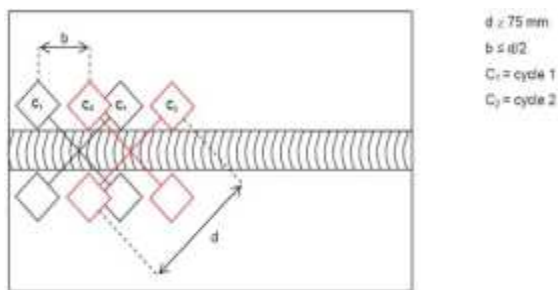
- 장비교정 유효기간 확인
- 화이트페인트, 자분페인트 제조사 성적서 확인
(제조사 권고 준수온도)
- 조도확인 1,000 lux(흐린 날씨의 경우 조명을 활용해서 검사)
- 자화력 측정(요크의 인상력)
 - 전자기 요크의 자화력은 검사 전 1회 점검해야 하며, 영구자석
요크의 자화력은 사용하기 전에 매일 점검
 - 모든 요크의 자화력은 요크가 손상 또는 수리하였을 때마다 점검
 - 교류전자기 요크는 사용하게 될 최대 극간거리 175mm에서
최소한 4.5kg의 인상력 가져야 함
 - 인상력 측정용 추는 공신력 있는 제조자의 저울로 무게를 측정해야
하고, 처음 사용하기 전에 해당 공칭무게를 추에 기록해 두어야 함.
 - 재료의 잠재적인 손실을 일으킬 정도로 손상되었다면 추의 무게는
다시 입증되어야 함
- 표면확인 및 잔류자장 확인
 - 자분탐상시험 전에 시험할 표면과 그 표면에서 최소한 25mm 내에
인접한 모든 부위는 건조시켜야 하며 오물, Grease, 보푸라기,
스케일, 용접 플럭스, 용접 스패터, 기름이나 시험을 방해하는
다른 이물질이 없어야 함
 - 만약에 검사부위가 도장 등으로 코팅이 되어 있으면 최대 코팅 두께
부위에서 지시가 검출될 수 있음을 입증하여야 함

■ 파이형 자장지시계 확인

- 자장 지시계(파이형 자장 지시계)는 동(Cu) 도금되지 않은 면이 시험할 표면에 있도록 위치 시켜야 함.
- 자력을 발생시킴과 동시에 자분을 살포했을 때 자장 지시계의 동 도금된 면을 가로질러 선명한 자분의 경계선이 나타나면 자장 강도는 적절한 것임

- 요크 연속법으로 검사를 할 경우 충분한 통전시간 유지(3초 이상)
- 요크의 간극은 최소 75mm, 최대 175mm 로 함
- 모든 시험은 요구되는 감도에서 시험범위가 100% 포함되도록 자장을 충분히 중첩시켜 실시해야 함.

(시험의 적당한 중첩은 아래 그림을 참고)



■ 검사 기본절차



▶ 자화력 측정(4.5kg 이상)



▶ 표면확인 및 잔류자장확인



▶ 자장지시 확인(팔각시험편)



▶ WHITE (대비색)분사



▶ 요크통전 및 자분분사



▶ 지시확인 및 판독



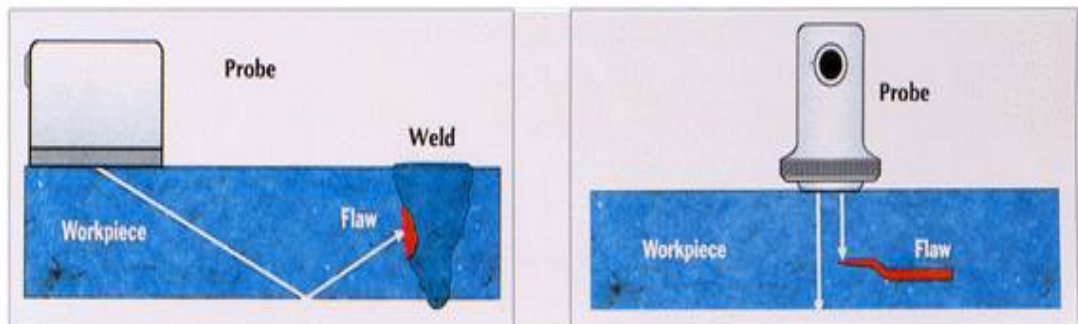
▶ 잔류자장 확인 및 탈자

4. 초음파탐상 검사 (UT)

1) 초음파(Ultrasonic)란?

- 시험체에 초음파를 전달하여 내부에 존재하는 불연속으로부터 초음파의 에너지량, 초음파의 진행시간등을 분석하여 불연속의 위치 및 크기를 정확히 알아내는 방법이며 시험체 내의 불연속 시험체의 크기 및 두께 시험체의 균일도, 부식상태등의 검사에 적용하며 이외에도 유속측정 및 콘크리트 검사 등 그 적용범위가 매우 넓어지고 있음.

2) 초음파의 종류



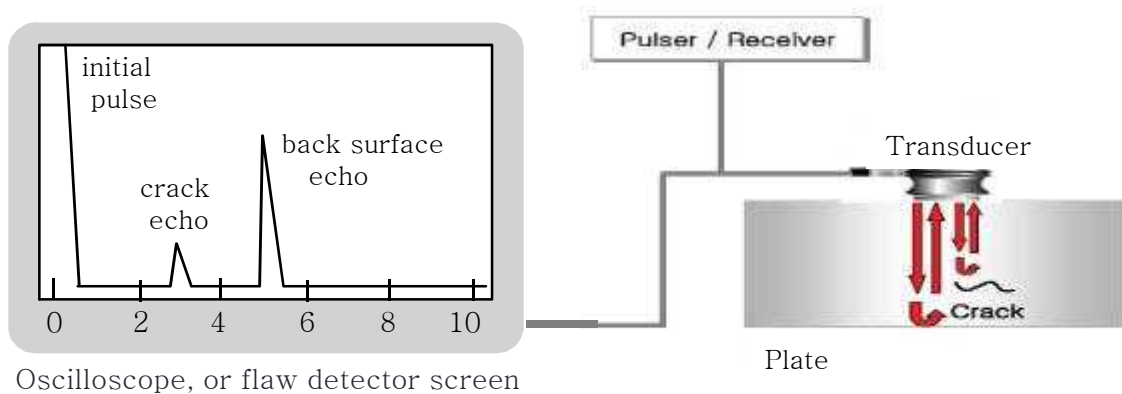
3) 검사 특징

- 특 징 : 검사결과 및 결함의 위치를 정확히 알 수 있으며
면상결함의 검출이 우수하고 다양한 재질에 적용 가능함.
- 장 점 : 탐촉자의 형태 및 주파수의 종류가 매우 다양하여 적용하는 방법에 따른 검사 기법 다양. 즉, 미세한 결함의 검출 뿐 아니라, 불연속부의 형태 및 종류에 대해서도 쉽고 빠른 판독 및 검사가 가능하며, 제품의 형태 및 검사 목적에 따라 자동검사도 가능함.

4) 적용

1. 수직탐상검사 : 주강품, 단조품, 판재, 샤프트, 압연 롤, Round Bar, 사각 Bar 등의 소재 검사
2. 경사각 탐상검사 - 용접부 검사
3. 수침 검사 - 이종재의 접합부 접합 상태 검사, 단순 형상의 제품에 대한 검사
4. 자동화 검사 - ERW 강관, Spiral 강관, Pipe & Tube, 판재, Round Bar, 사각 Bar
5. Phased Array 검사 - 용접부, Turbine Blade, 차축 등
6. TOFD 검사 - 후판 용접부

(특히 용접부에 대한 RT 검사 대체용으로 적용)

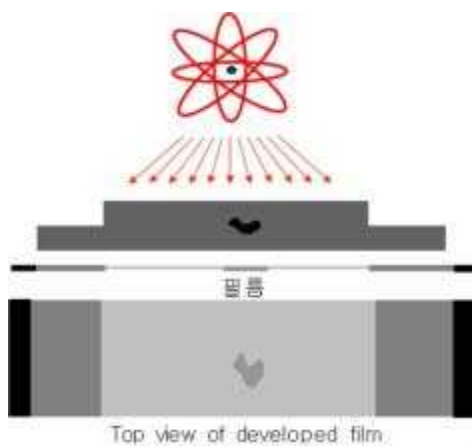


<초음파탐상 검사>

5. 방사선투과 검사 (RT)

1) 방사선투과 검사란?

방사선 및 필름을 이용하여 내부 결함의 실상을 한눈에 볼 수 있는 검사방법으로 재질 및 형상에 관계없이 내부결함을 필름으로 영구적인 기록을 남길 수 있습니다.

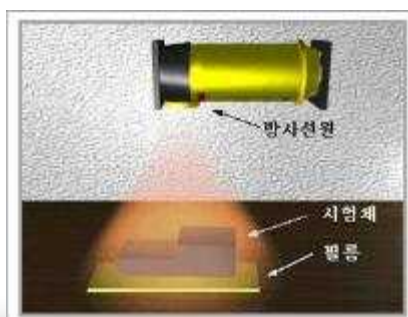


필름의 농도는 시험체를 투과한 방사선량 임

 = less exposure
 = more exposure

2) 방사선투과 방법

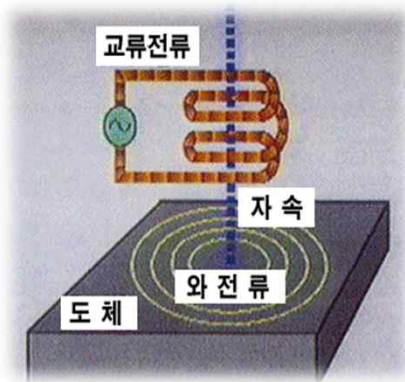
- 방사선 투과검사를 하기위해서 방사선원, 필름을 포함한 카세트, 시험체가 있어야 함. 방사선원의 에너지 및 시험체의 밀도, 두께에 따라 방사선의 투과량이 달라지며 투과된 방사선은 필름을 감광시키고 투과 방사선량에 따라 감광 정도가 다르게 나타남. 이를 필름에 현상하여 감마선등을 조사하고 그 흡수특성의 차로 내부의 결함이나 재질 치수를 알 수 있음.



6. 기타 비파괴검사

1) 와전류 탐상 검사 (Eddy Current Test)

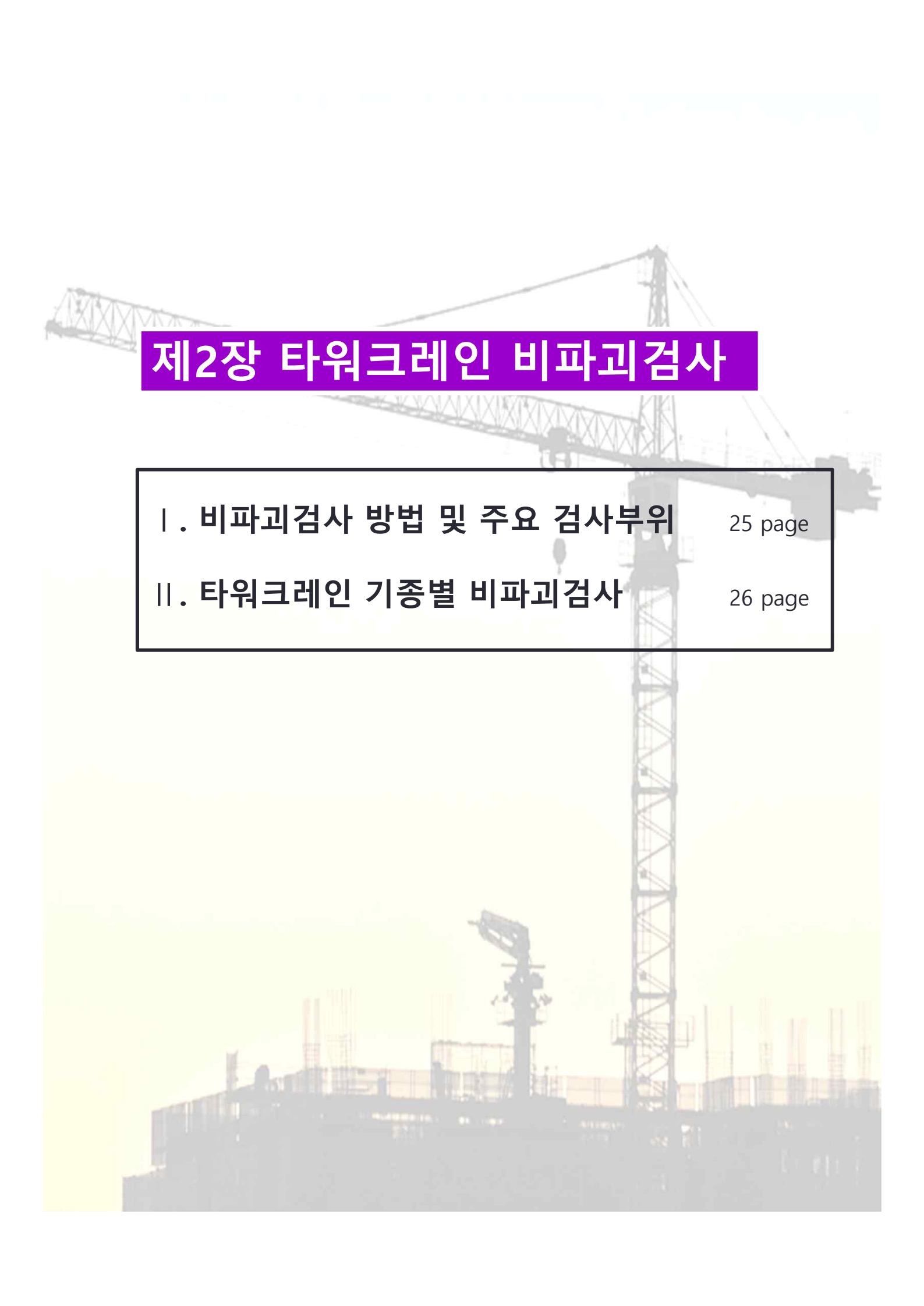
- 코일에 전류를 통하면 코일 주위로 교류자장이 형성하며, 교류자장이 도체 표면에 와전류(渦電流)를 형성하는 특성
- 플랜트에서는 주로 열교환기 tube 및 pipe에 이용
(부식으로 인한 두께감소 측정)



2) 음향방출 검사 (Acoustic Emission Test)

- 검사대상에 하중을 가하면 결함부에서 응력파가 발생하며 매질을 타고 전파하는 응력파를 센서를 이용하여 수신함으로써 결함의 위치 및 특성을 평가하는 기법
- 대형 구조물에서 결함의 위치를 표정할 수 있고 가동중인 구조물에서 결함 조사

3) 누설검사(LT), 적외선검사(IRT), 중성자투과검사(NRT) 등의 비파괴검사법이 있음



제2장 타워크레인 비파괴검사

Ⅰ. 비파괴검사 방법 및 주요 검사부위 25 page

Ⅱ. 타워크레인 기종별 비파괴검사 26 page

I. 비파괴검사 방법 및 주요 검사부위

1. 타워크레인 비파괴검사 방법

- ① 전체 육안검사 실시
- ② 결함 의심부위 비파괴검사 실시
- ③ 주요 구조부 중 취약부위 비파괴검사 실시
- ④ 볼트, 핀은 전수 비파괴검사 실시
- ⑤ 제작년도 10년 이상 장비는 정비공장에서 감속기 축 비파괴 검사 실시 -> 2년 주기

2. 타워크레인 비파괴검사 종류별 검사부위

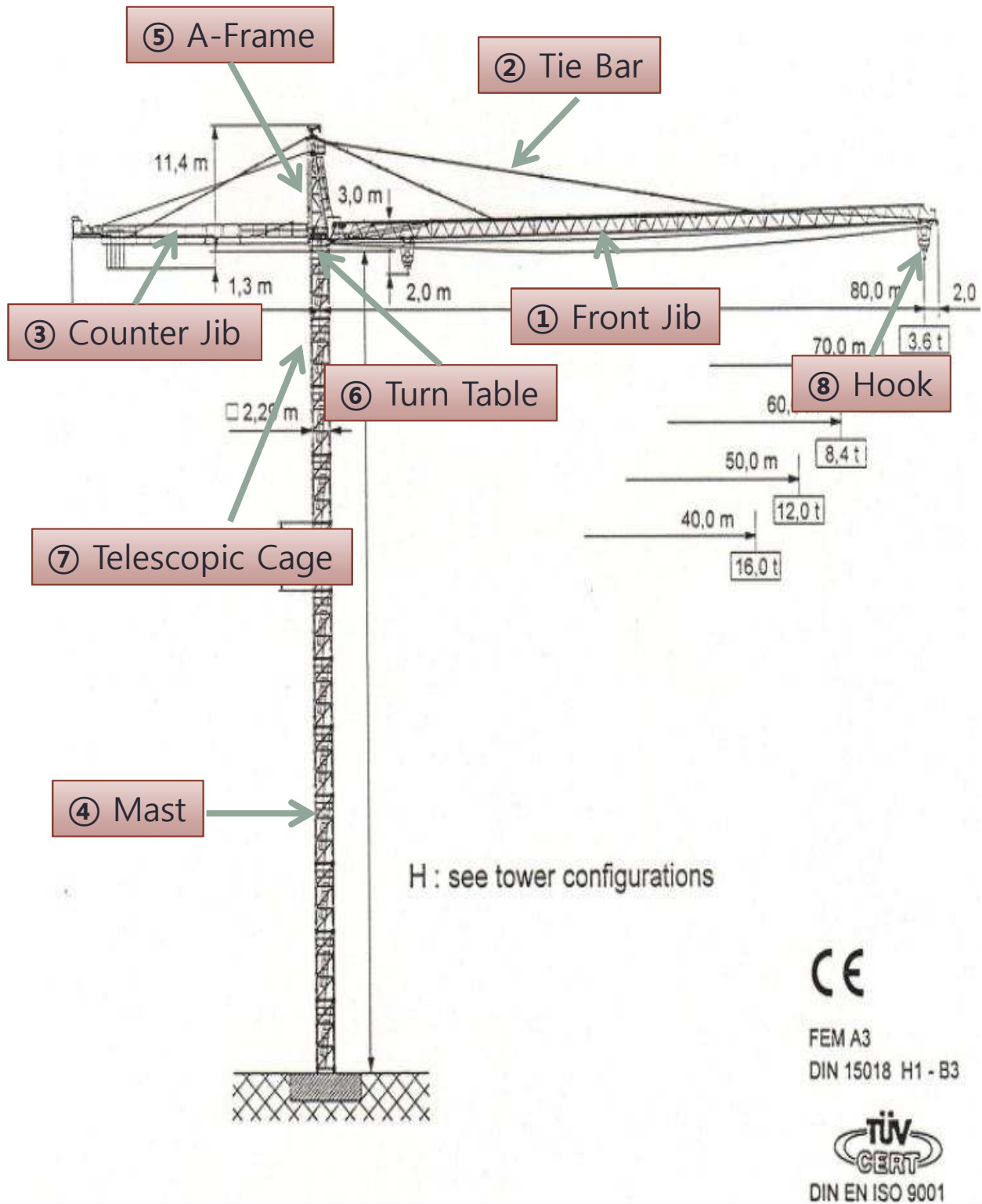
육안검사	자분탐상검사	초음파탐상검사
타워크레인 전체	- 표면 탐상 검사 - 용접부 - 구조부	- 체적탐상검사 - 볼트, 핀, 축, 후크 - 용접부(8mm 이상시)
주요검사부위		
①Mast ②Telescopic cage ③Turn Table ④Front Jib ⑤Counter Jib ⑥Hook ⑦Cabin ⑧CatHead ⑨Tie bar ⑩Moving bar	①Mast weld zone ②Telescopic cage weld zone ③Turn Table weld zone ④Front Jib weld zone ⑤Counter Jib weld zone ⑥Hook ⑦Cabin weld zone ⑧Cat Head weld zone ⑨Tie bar/Moving bar weld zone ⑩기타 Steel 결함 의심부	①Mast Bolt(Pin) ②Telescopic cage Bolt(Pin) ③Turn Table Bolt ④Front Jib Pin(Bolt) ⑤Counter Jib Pin ⑥Hook ⑦Cat Head Pin ⑧Tie bar/Moving bar Pin ⑨Reducer Shaft ⑩MR Series 1st Jib weld zone(2 Point)

II. 타워크레인 기종별 비파괴검사

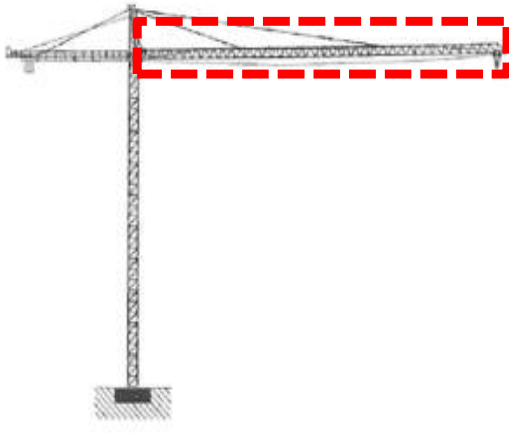
번 호	유 형	제 작 사	기 종	Page
1	T형	BKT	BK560	28 page
2	L형	BKT	BN405	37 page
3	L형	BKT	BN605	46 page
4	T형	COMANSA	21CJ290	55 page
5	L형	COMANSA	LCL280	63 page
6	L형	COMANSA	LC750	73 page
7	L형	COMEDIL	CTL260-18	80 page
8	L형	COMEDIL	CTL630	90 page
9	T형	COMEDIL	CTT561	102 page
10	T형	HKTC	290HC	111 page
11	T형	HKTC	290HC12	120 page
12	L형	HKTC	HKL1250	129 page
13	L형	HKTC	HK360L	137 page
14	L형	LIEBHERR	315HC-L	146 page
15	L형	LIEBHERR	355HC-L	154 page
16	T형	LIEBHERR	500HC	163 page
17	T형	LIEBHERR	550EC-H20	172 page
18	T형	LIEBHERR	800HC-L	181 page
19	T형	PEINER	SK575	191 page
20	T형	POTAIN	MC310	200 page
21	T형	POTAIN	MCT385	209 page
22	L형	POTAIN	MR405	216 page
23	L형	POTAIN	MR415	225 page
24	L형	POTAIN	MR605B	234 page

번 호	유 형	제 작 사	기 종	Page
25	L형	POTAIN	MR605C	243 page
26	L형	POTAIN	MR615	252 page
27	L형	POTAIN	MR608	261 page
28	L형	SAEZ	SL320	270 page
29	L형	JASO	J268PA	279 page
30	L형	철탑크레인	VL-36C	288 page
31	L형	산악크레인	FG-40	296 page
32				
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				
46				
47				
48				
49				
50				

1. BK560 비파괴검사 부위



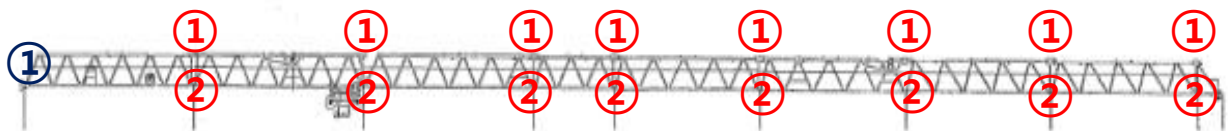
① Front Jib



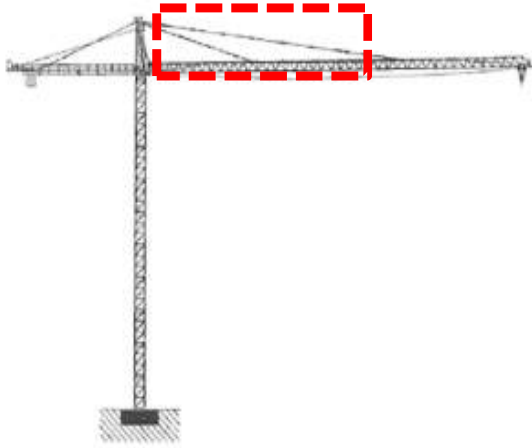
■ 비파괴검사 부위

MT – Jib과 Jib 연결 끝단면 및 용접부

UT – Turn Table 연결 Pin, Jib 연결 Pin

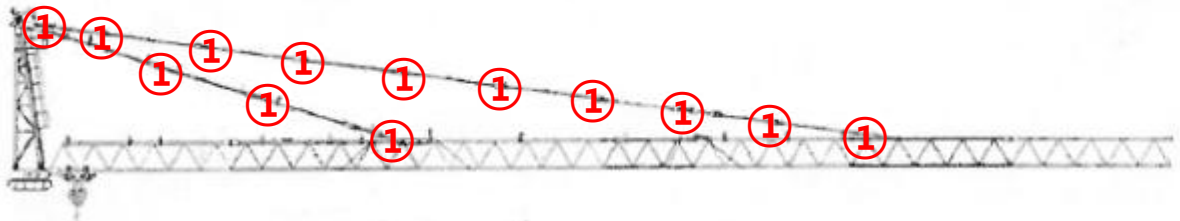


② Tie Bar

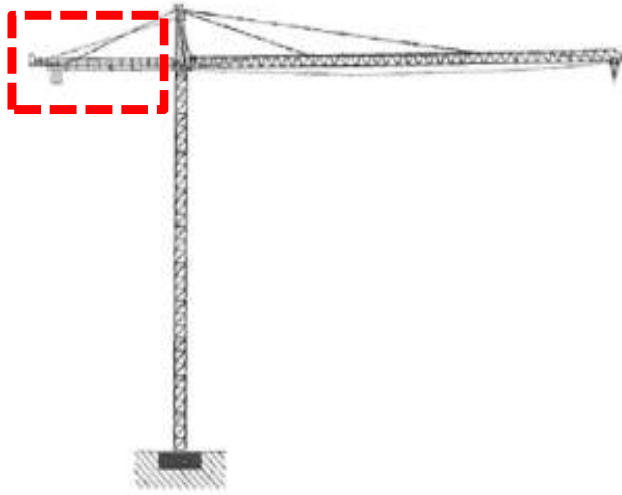


■ 비파괴검사 부위

MT – Tie Bar 용접부

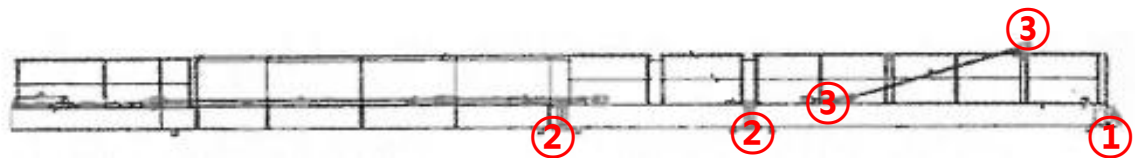


③ Counter Jib

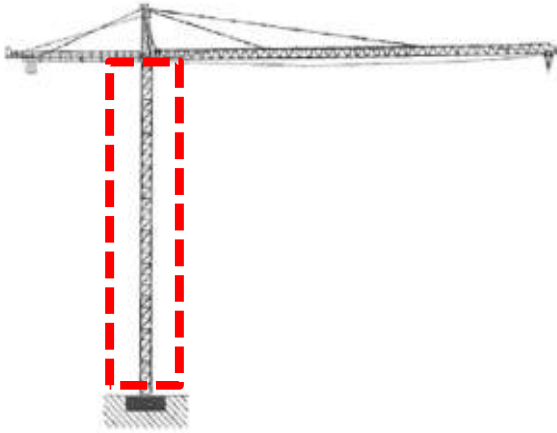


■ 비파괴검사 부위

MT – Tie Bar 용접부, Jib 연결 용접부, Jib과 Turn Table 연결부



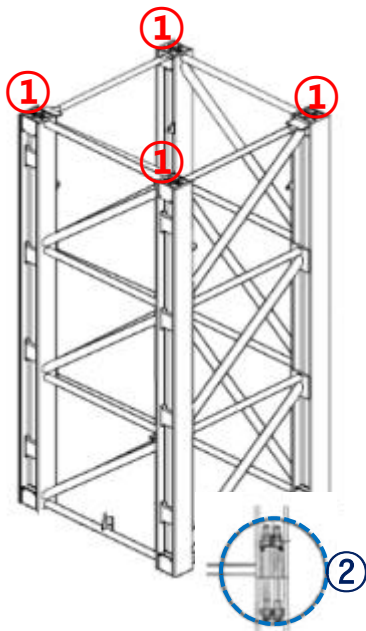
④ Mast



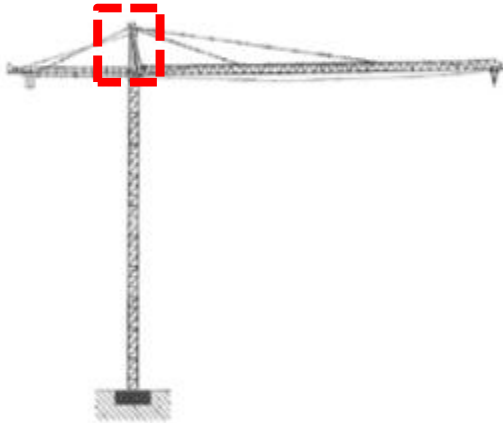
■ 비파괴검사 부위

MT – Mast와 Mast 연결 용접부

UT – Mast 연결 Bolt



⑤ A-Frame



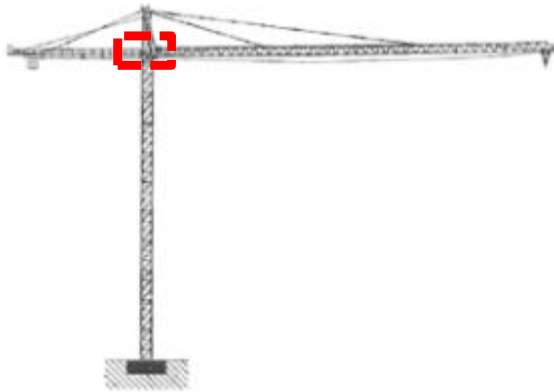
■ 비파괴검사 부위

MT – A-Frame과 Turn Table 연결부, Tie Bar

UT – A-frame 연결 Pin

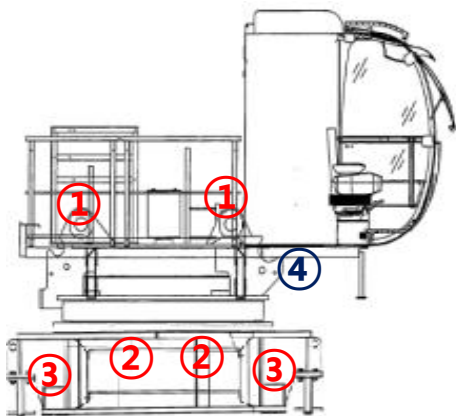


⑥ Turn Table

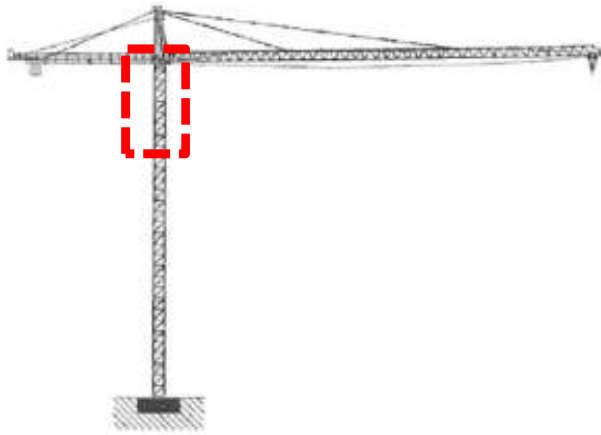


■ 비파괴검사 부위

MT – Turn Table과 Jib 연결 용접부, Turn Table과 Mast 연결 용접부,
Cross 용접부
UT – Turn Table Bolt

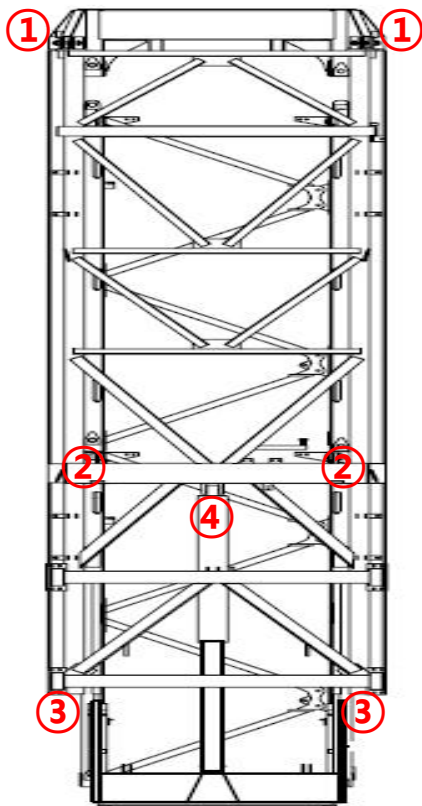


⑦ Telescopic Cage

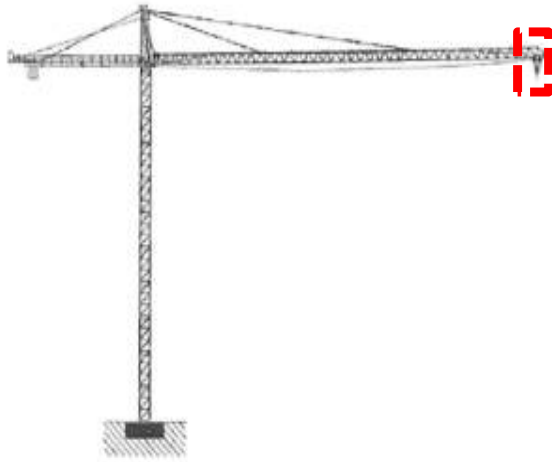


■ 비파괴검사 부위

MT – Turn Table 연결부, 슈 및 멤버 용접부



⑧ Hook



■ 비파괴검사 부위

MT – Hook 전체면

UT – Hook전체면

