
DK - LP PLATE

구조 및 강관용 이중두께 후판



Bringing innovation to the steel plate

Table Of Contents

동국제강	4
What is DK - LP Plate	6
제품구분 (형상)	8
적용케이스 (선박)	10
적용케이스 (교량)	12
적용케이스 (해상풍력타워)	14
용접 특성	16
실물구조체 용접기능성 검증	18
실물구조체 AH36 (SV-BUTT용접부 조직)	20
곡직 특성	22
제품사양	24
제품식별	25
제조공정	26
인증서 (특허, 규격)	28



▲ 중양기술연구소



남다른 도전정신으로 철강 역사를 새로 쓰다

1954년 이 땅의 뼈대부터 다시 세워야 했던 그때, 무엇보다 철강이 바로 서야 한다는 사명감으로 동국제강은 국내 최초 민간 철강기업을 세웠습니다. 차원 높은 기술과 첨단장비를 도입하며 국내산업에 새로운 이정표를 세웠던 지난 60여년, 동국제강은 이제 세계시장을 선도하는 리더로 우뚝 섰습니다. 철이 상징하는 굳은 신념과 단단한 경쟁력으로 늘 고객의 곁에 함께 하겠습니다.



What is DK - LP Plate

DK - LP Plate는 동국제강의 최상위 압연 기술을 통해 개발된 제품으로 서로 다른 두께의 후판간 용접부 없이 구조물을 제작 할 수 있으며 개선가공, 용접, 검사의 생략으로 시간과 원가 절감 및 안정성을 획기적으로 높였습니다.

또한 기존의 이중두께 후판이 LP (Longitudinally Profiled)타입만 가능한데 반해 DK - LP Plate는 두께 변화 부분의 길이를 획기적으로 단축시키는 DT (Differential Thickness)타입의 공법도 가능하여 선박, 교량, 철골, 풍력터빈 등에 활용함에 있어 고객의 다양한 요구에 대응이 가능합니다.

Main Advantage

- 구조물 용접 최소화에 따른 비용, 시간 감소
- 가공 및 용접 검사 최소화
- 용접 잔류응력 및 변형 최소화에 따른 구조물 안정성 증가
- 용접, 가공공수 저감을 통한 공기/납기 단축

제품구분 (3D view of plate rolling)



General Steel Plate

Taper Plate

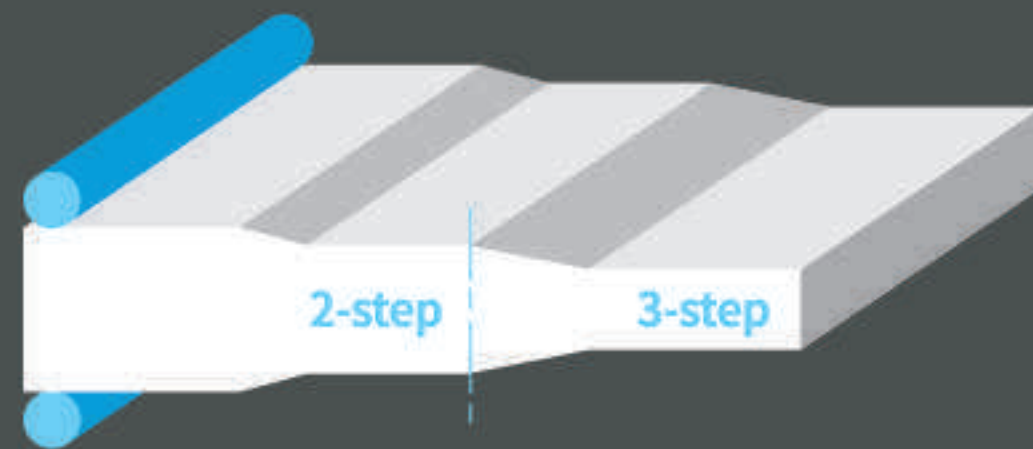


Taper Plate (Full type)



Taper Plate (Symmetry type)

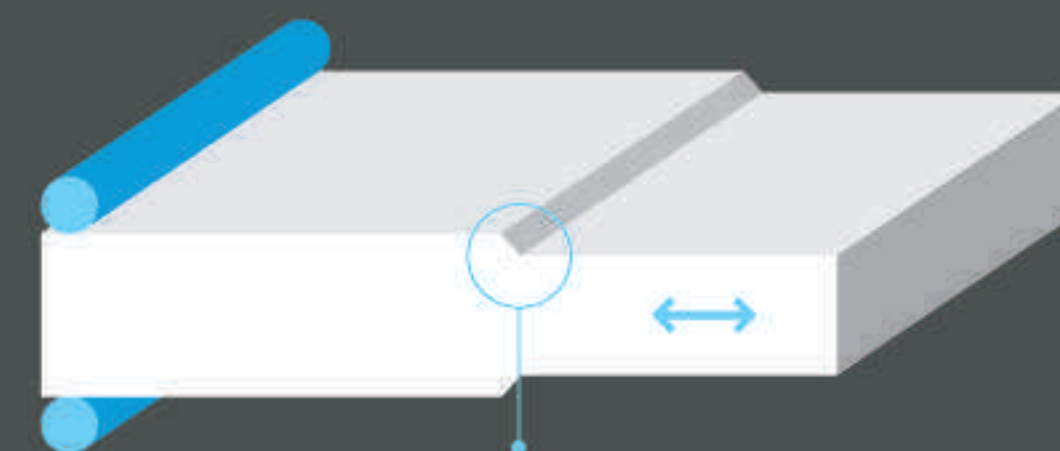
Step Plate



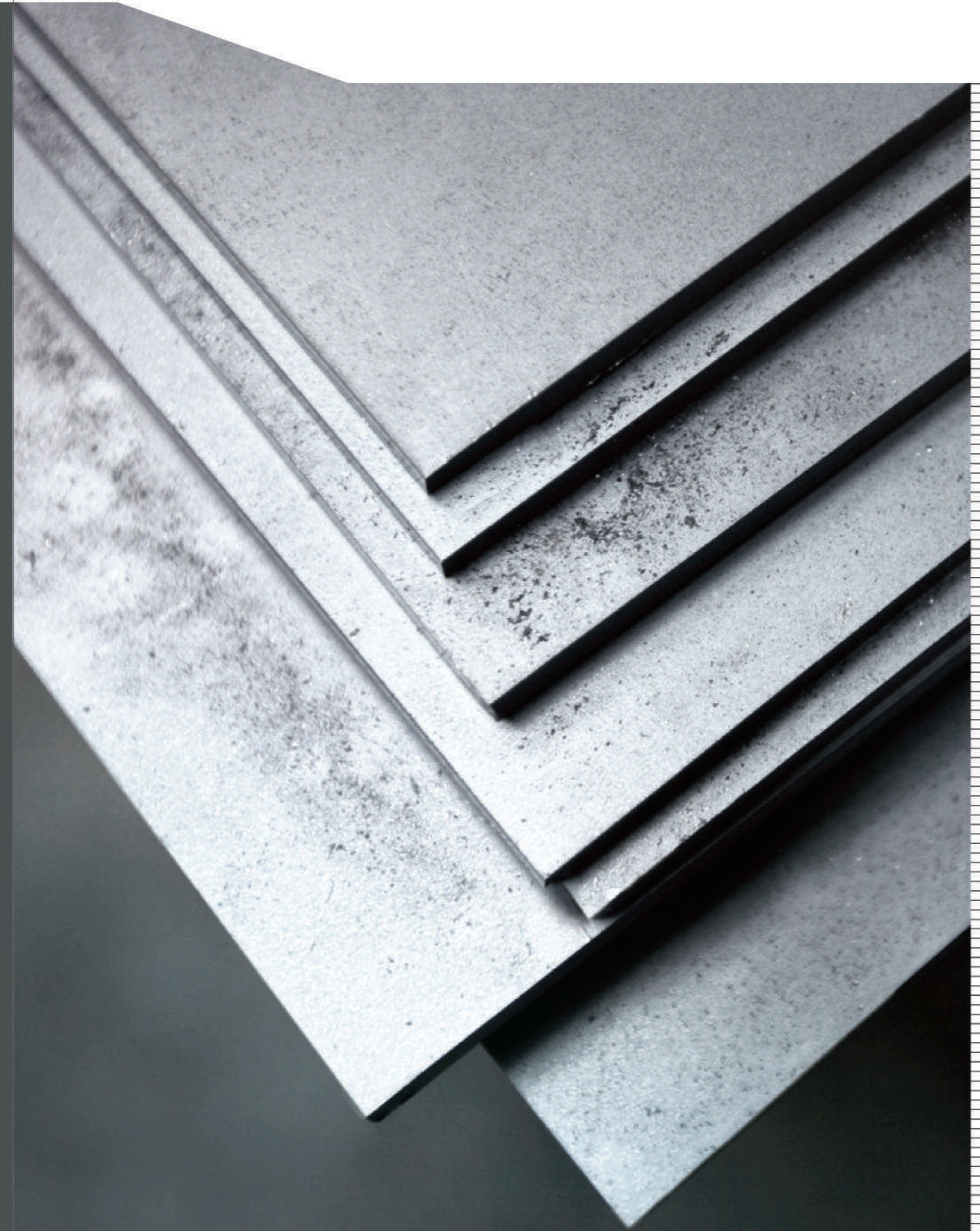
Step Plate



Step Plate (Symmetry type)



Step Plate (DT type)



DK - LP Plate 적용 케이스 (선박)

DK - LP Plate는 선체의 벽 및 선저의 두께 변화 부분에 적용되어 설계 강도에 따라 두께를 변화시켜 적용이 가능합니다. 이에 불필요한 용접이 줄어들어 안정성 확보 및 인건비를 절감하며 선체 중량을 줄일 수 있어 에너지 효율을 높입니다.



기존 방식
(Conventional Type)

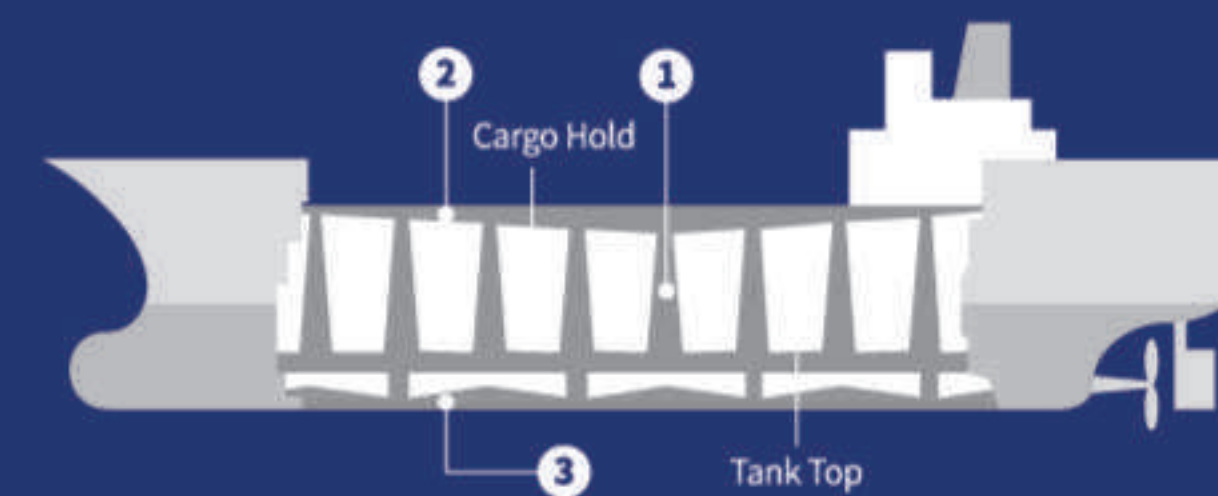


→
용접생략 및
중량 감소

DK - LP Plate



DK - LP Plate 적용 (벌크선, 컨테이너선, VLCC, LNGC, PC tanker COT tanker, VLCC, ULCC)



- ① Upper Deck : Taper Plates
- ② Trans Bulk Head : Taper Plates
- ③ Bottom Plate : Taper Plates



Transbulk Head 길이방향
두께차이가 필요한 부분에 적용



DK - LP Plate 적용 케이스 (교량)



프랑스 고속철도 사례 분석

교량	형식	연장	변단면 강재 적용결과
오토콜메육교 Haute Colme Viaduct	2주형 강합성교	1.827km	<ul style="list-style-type: none"> 강재중량 : 5,200톤 (변단면 강재 1,270톤) 자중경감 : 108톤 (전체 구조물 중량의 2.1%) 용접감소 : 160Welds (용접비용의 6%) 공사비용 : 구조물 건설비용의 1.5% 절감

DK - LP Plate는 LP, DT타입 모두 두께가 다른 후판의 맞대기 용접 시 요구되는 모따기 가공의 최소 권고 경사각 비율을 만족합니다. (기존 용접이음 및 가공방법 대비 피로특성 우수)

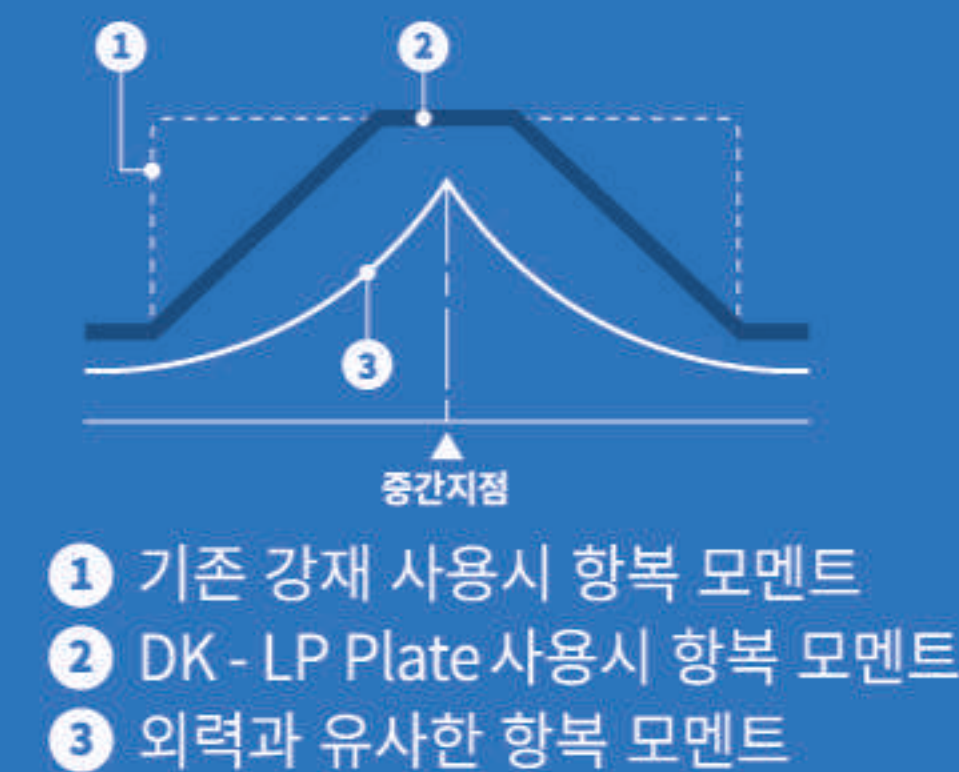
최소 권고 경사각 비율

구분	비율
미국 용접학회 AWS	2.5 : 1
미국 기계학회 ASME	3 : 1
일본 건축학회	2.5 : 1
한국 건축공사 표준시방서	2.5 : 1
한국 도로공사 표준시방서	5 : 1
선급 선체구조물	3 : 1
선급 해양구조물	4 : 1

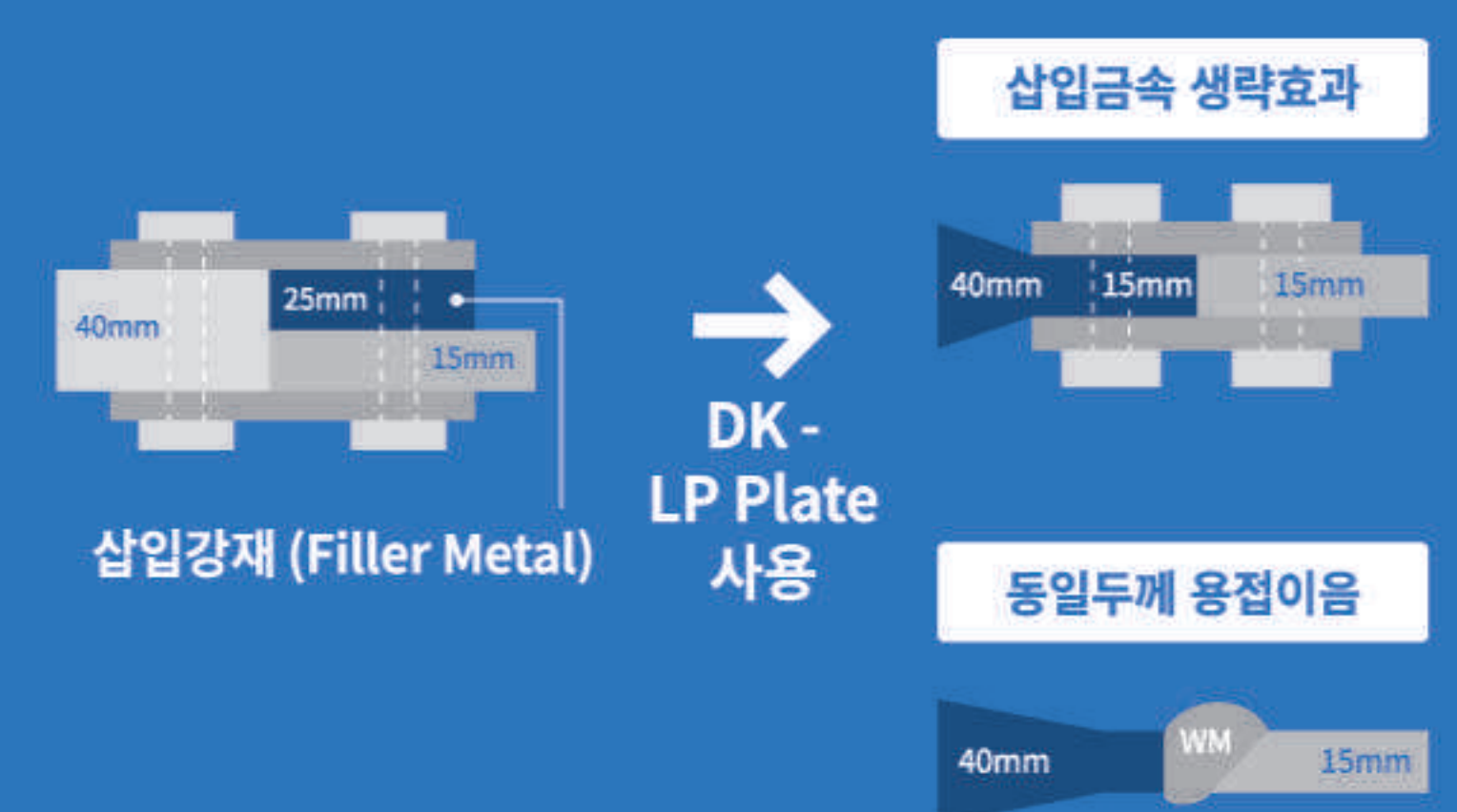


DK - LP Plate 적용효과

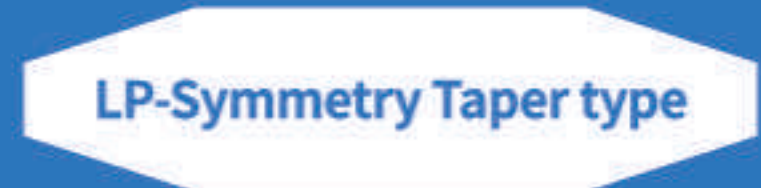
안정성 향상



삽입금속(Filler Metal) 생략



적용 DK - LP Plate 형상

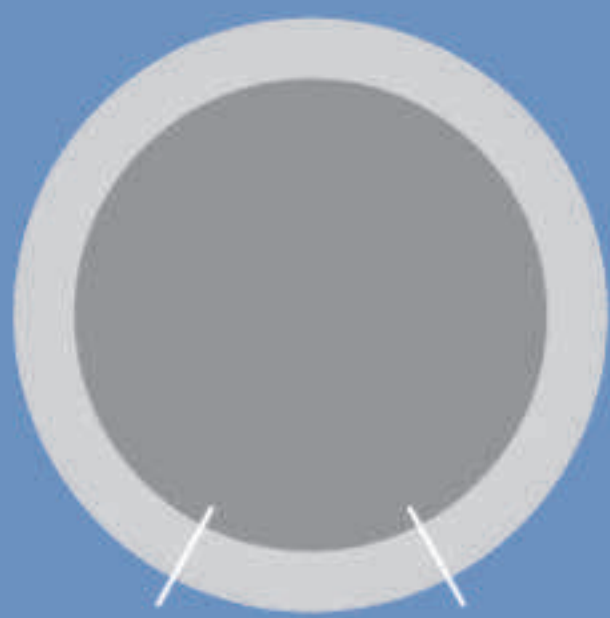


DK - LP Plate

적용 케이스 (해상풍력타워)

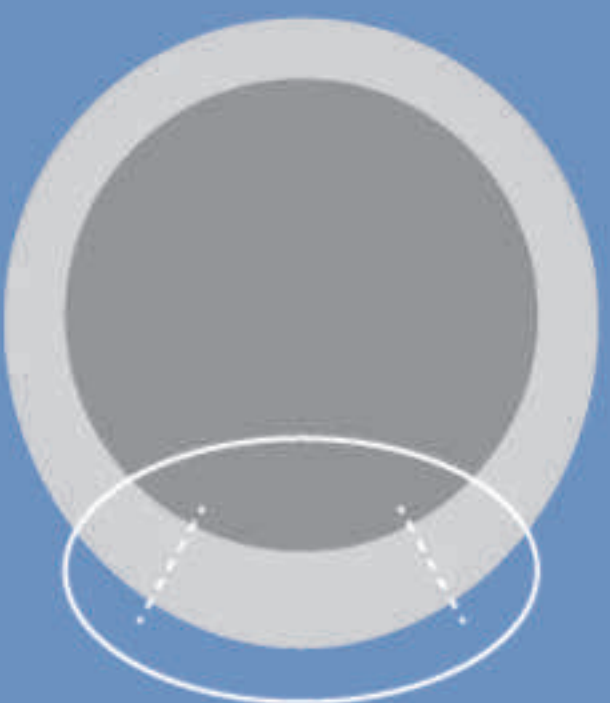
기존방식

(Conventional Type)

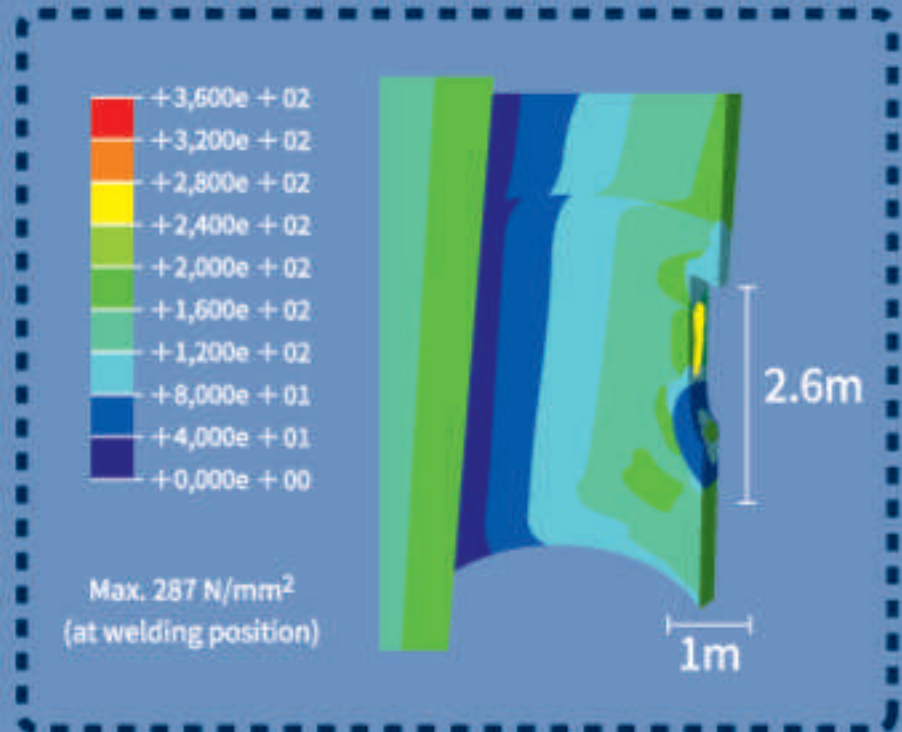


Manhole

DK - LP Plate



Reinforcement effect partially thick pipe by DK - LP Plate



DK - LP Plate 를 적용함으로써 하단부 맨홀 부분의 좌굴변형 방지

적용 DK - LP Plate 형상



Symmetry Taper Plate ▶ Bending

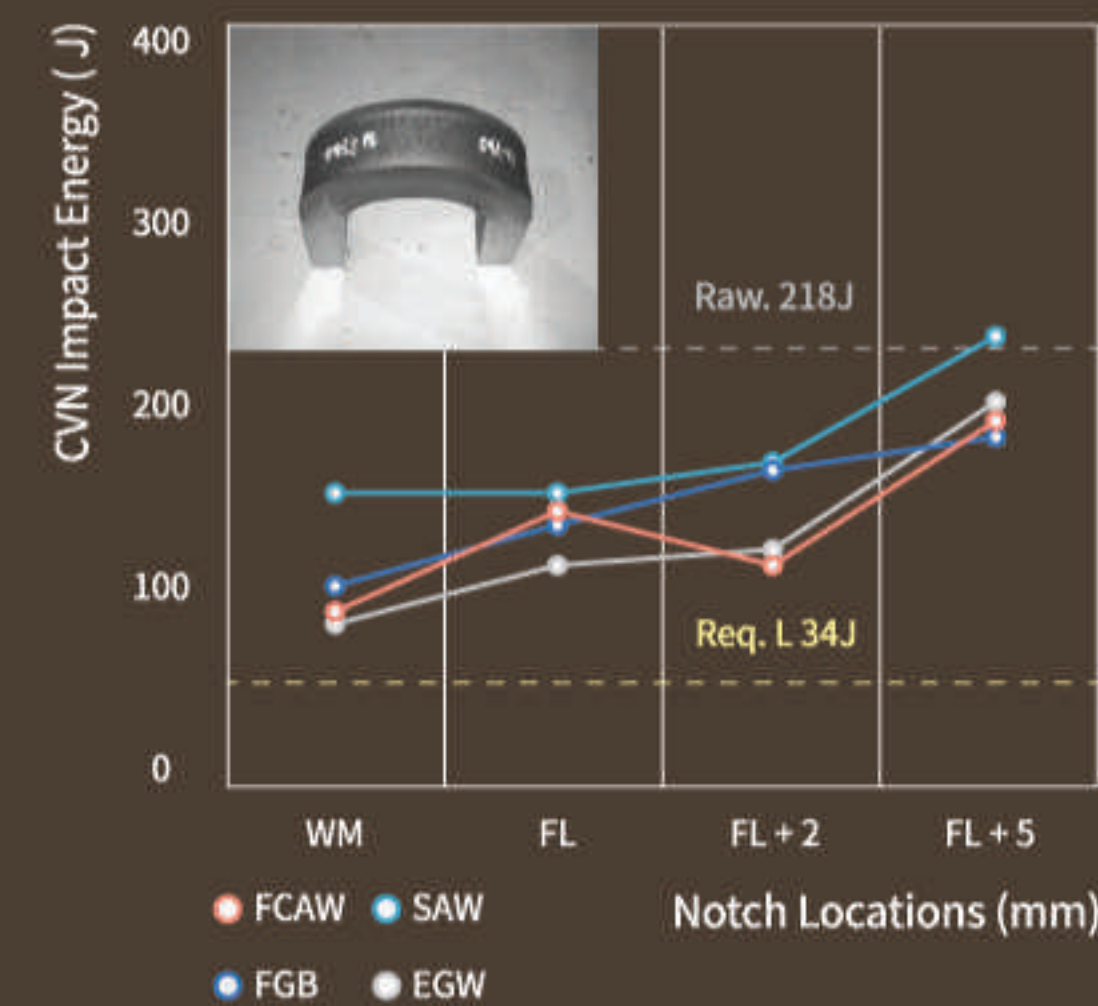
DK - LP Plate 특성

: 용접부 기계적 성질 (용접성)

- AH36 급 강재에 요구되는 온도에서 충격인성 요구기준 만족 (FL+2mm / +5mm)
- 대형조선사 용접특성 검증평가 합격 재질

Standard	Location	T.S (MPa)	Fractured Position	Bending Test
IACS	Gauge Length : Bead Width + 60mm, AH36 ≥ 490MPa			Crack ≤ 3mm
FCAW-1G (15kJ/cm)	Full Thickness Flat bar	532 / BM 538	Base Metal	Crack FREE
SAW-1G (50kJ/cm)	Full Thickness Flat bar	534 / BM 538	Base Metal	Crack FREE
FGB-1G (120kJ/cm)	Full Thickness Flat bar	508 / BM 538	Base Metal	Crack FREE
EGW-3G (150kJ/cm)	Full Thickness Flat bar	511 / BM 538	Base Metal	Crack FREE

Test Location (Face)	FCAW 15kJ/cm	SAW 50kJ/cm	FGB 125kJ/cm	EGW 150kJ/cm
	Class (FCAW/SAW 0°C)		User (FGB/EGW 20°C)	
vE : Semi-Auto. L 47J / Auto. L 34J				
WM	105	177	124	102
F/L	164	167	145	130
+2mm	125	179	174	138
+5mm	192	230	181	200
BM	218	218	218	218



DK - LP Plate

(실물 구조체 제작, 용접 기능성 검증)

Welding performance = possibility of welding (for user : manufacturer)

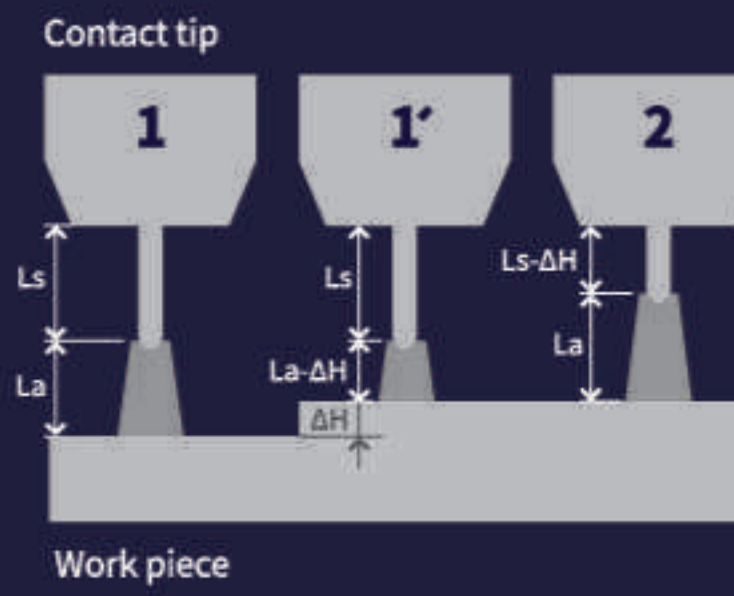
제작 및 검사 Process



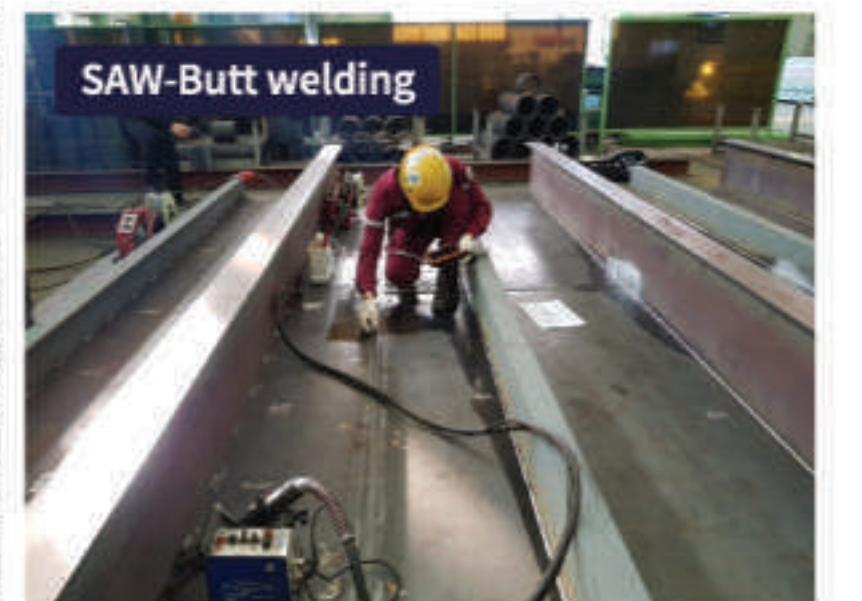
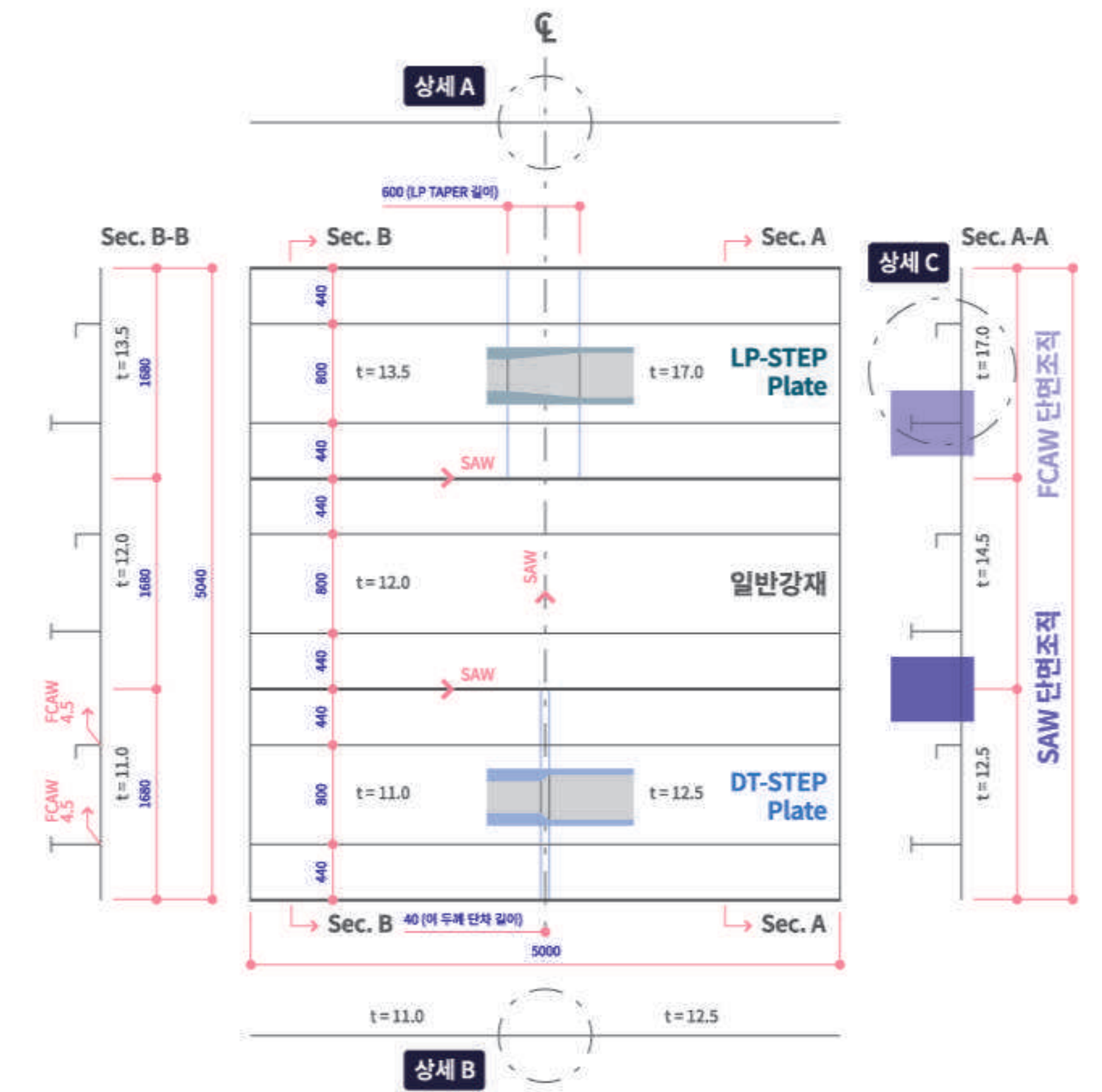
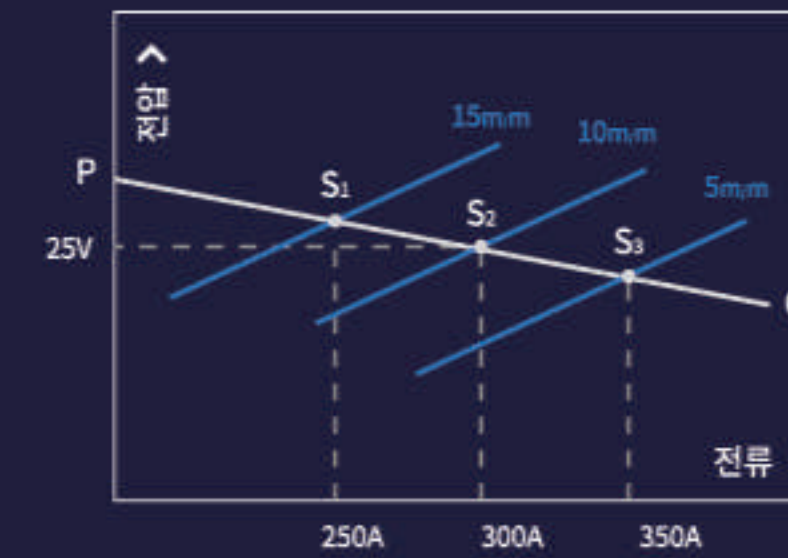
2 비드 퍼짐성 등 작업성이 양호한 상용 용접재료를 적용, Large Scale 용접구조체 제작 후 조선사 비파괴검사 [영문자료에서는 NDE 로 표기] 실무(중인) 전문가의 입회하에 검사(실시)

결과요약

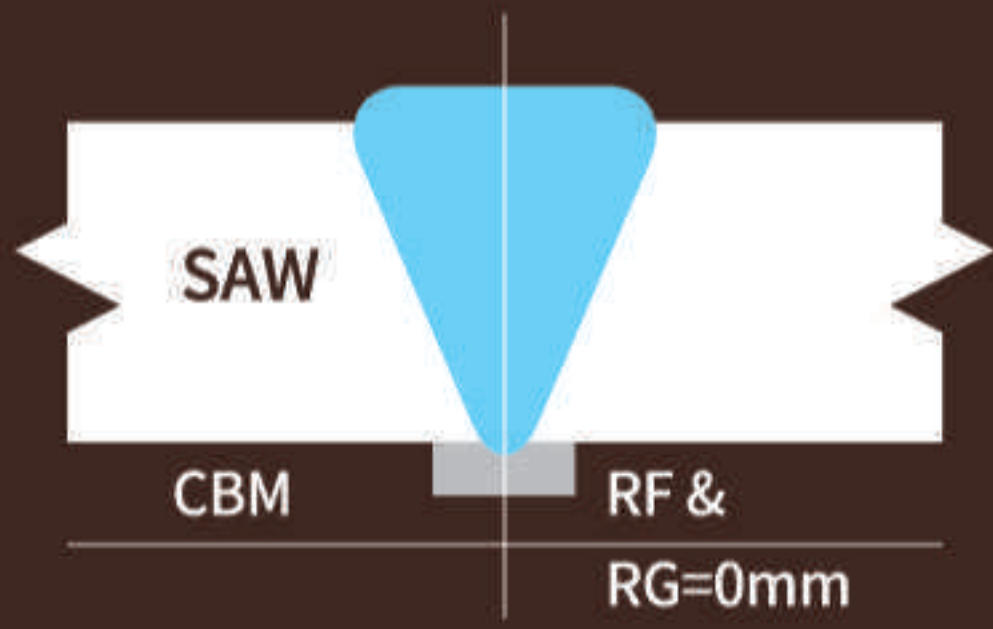
3-Step LP, DT, 기존 강재 조합 모재 경사부 Semi-Automatic FCAW Fillet 용접이행 및 3-Step 형상 모재 Machine-SAW 판계 용접 시 이음부 형상품질 등 특성우수



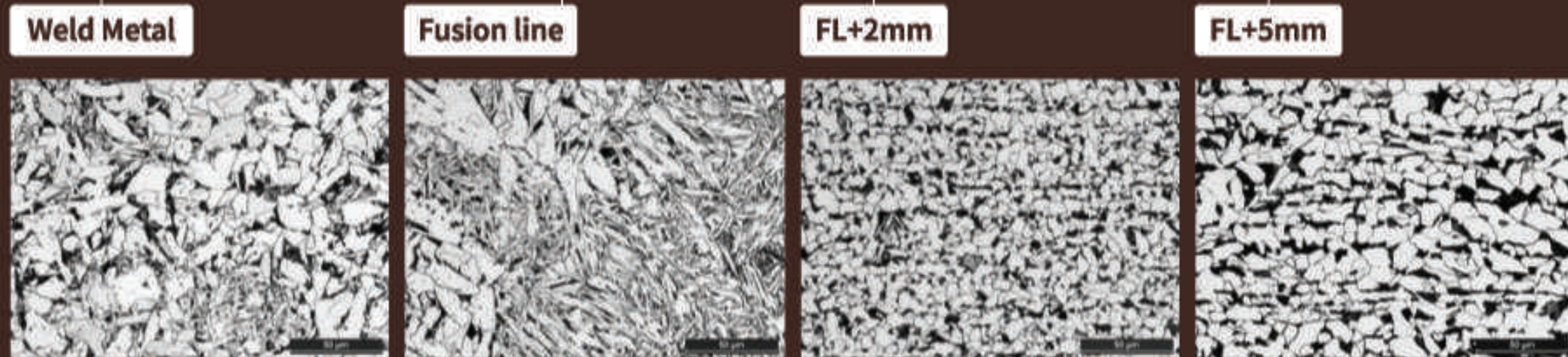
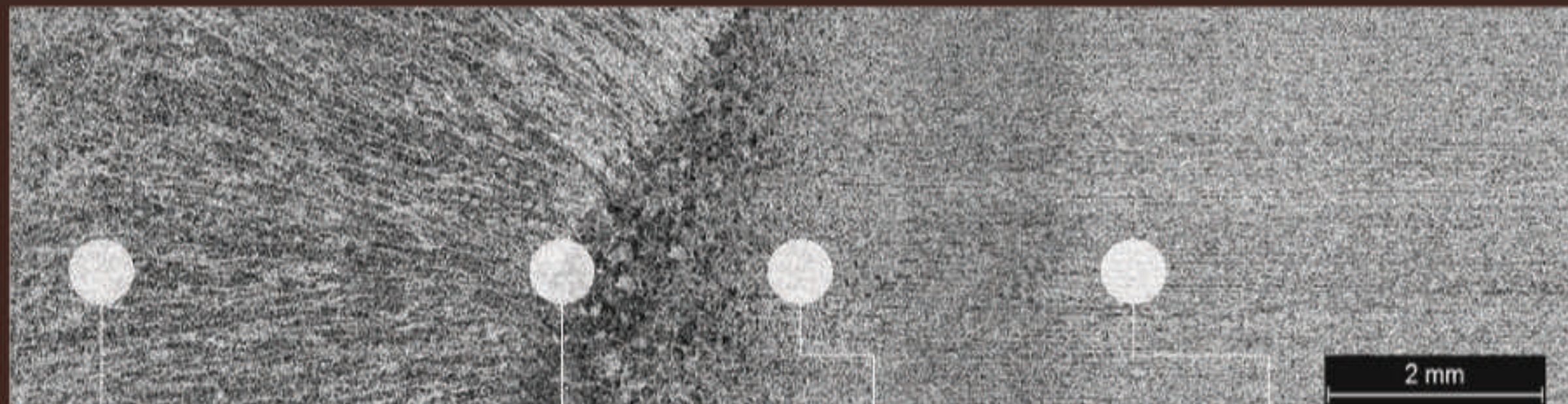
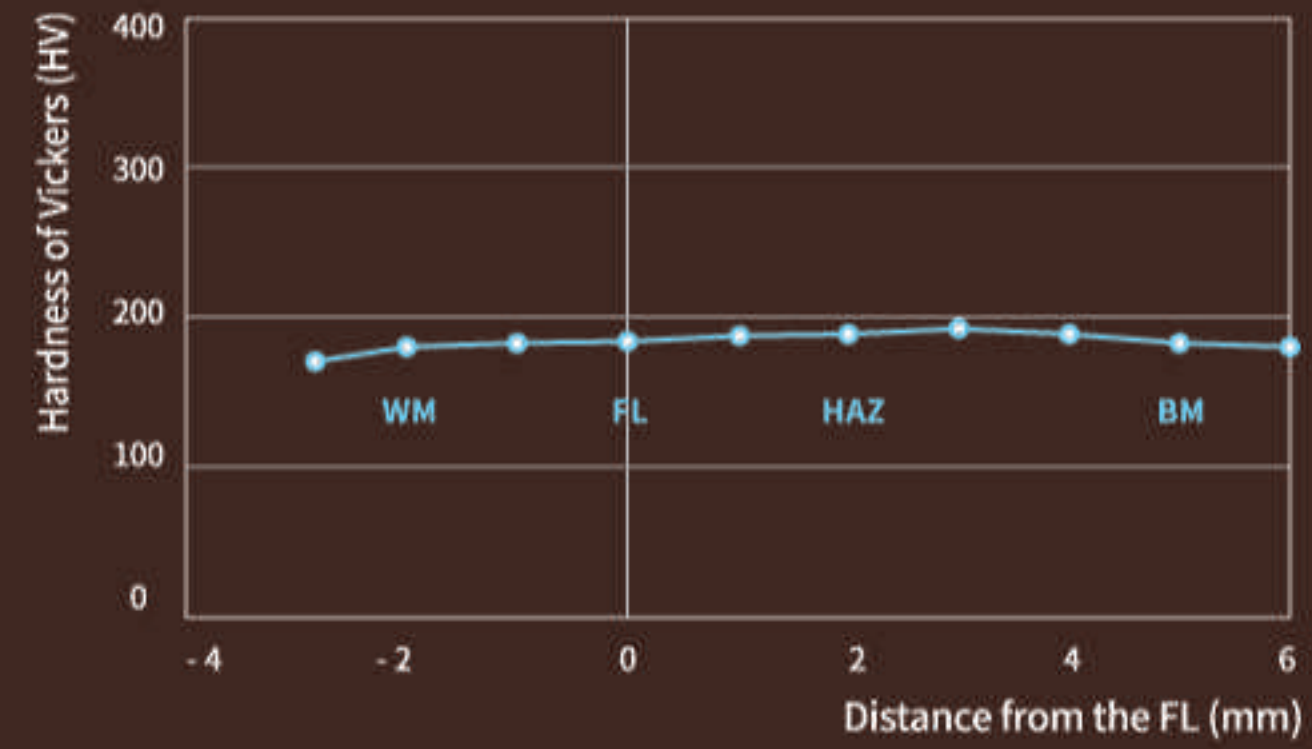
Arc 특성



실물구조체 AH36 : SV-BUTT 용접부 조직



Max. Hardness Test Results of SAWed zone (Face)



DK - LP Plate 특성 : 모재, 곡직, 강도 / 경도

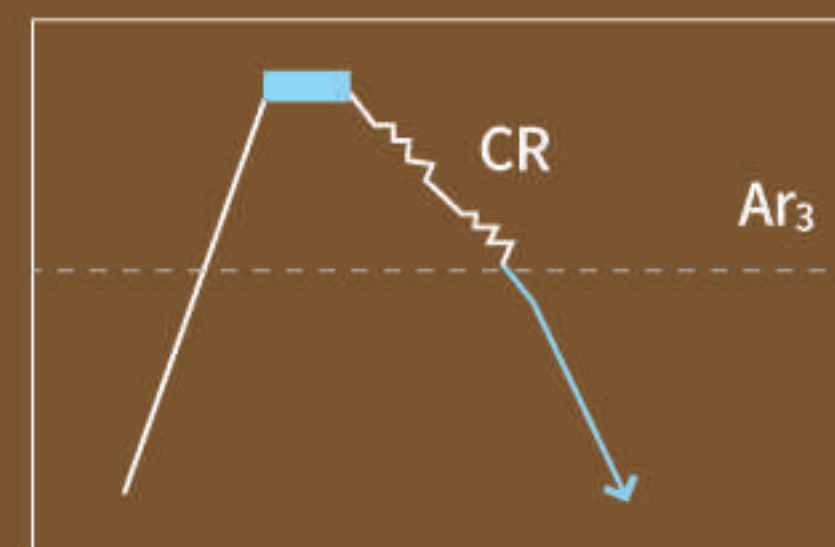
모재

Chemical compositions

(mass%)	C	Si	Mn	P	S	* Ceq _{IIW}	** Pcm
t ≤ 100	0.18	0.50	0.90 - 1.60	0.035	0.035	-	-
YP36(Example)	0.16	0.34	1.40	0.017	0.004	0.41	0.24

* C+Mn/6+(Cr+Mo+V)/5+(Ni+Cu)/15, ** C+Si/30+Mn/20+Cu/20+Ni/60+Cr/20+Mo/15+V/10

Manufacture process



Reheating (°C)	FRT (°C)	SCT (°C)	FCT (°C)	CR (°C/sec)
1,120	860	-	-	-

FRT : Finish Rolling Temperature / FCT : Finish Cooling Temperature
SCT : Start Cooling Temperature / CR : Cooling Rate

Mechanical properties

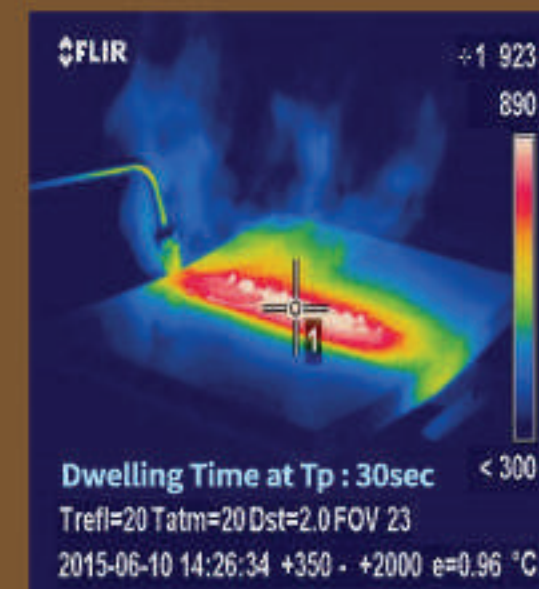
Grade	Specimen	YS (MPa)	TS (MPa)	YR (%)	EL (%)	vE (0°C, J)
t ≤ 50	Full, Flat	355	490-630	-	18	34
YP36(Example)	Full, Flat	422	548	-	25	298

곡직

Flame Straitening (곡직) 부 특성 : 제작사 라인히팅 실제 실시온도 조건모사 조건 및 평가결과, 규격만족

Steel Grade	Cooling Method	Standard Range (°C)
Non TMCP-HT50 AH/DH	AC WC	≤900 ≤650
TMCP-HT50 (Ceq>0.38%)	AC AC + WC	≤900 WC Starting Temp. ≤500
TMCP-HT50 (Ceq≤0.38%) AH/DH	AC or WC	≤1,000
TMCP-HT50 (Ceq≤0.38%) EH	AC or WC	≤900

Flame Straitening Test Conditions and Its Rule (IACS)



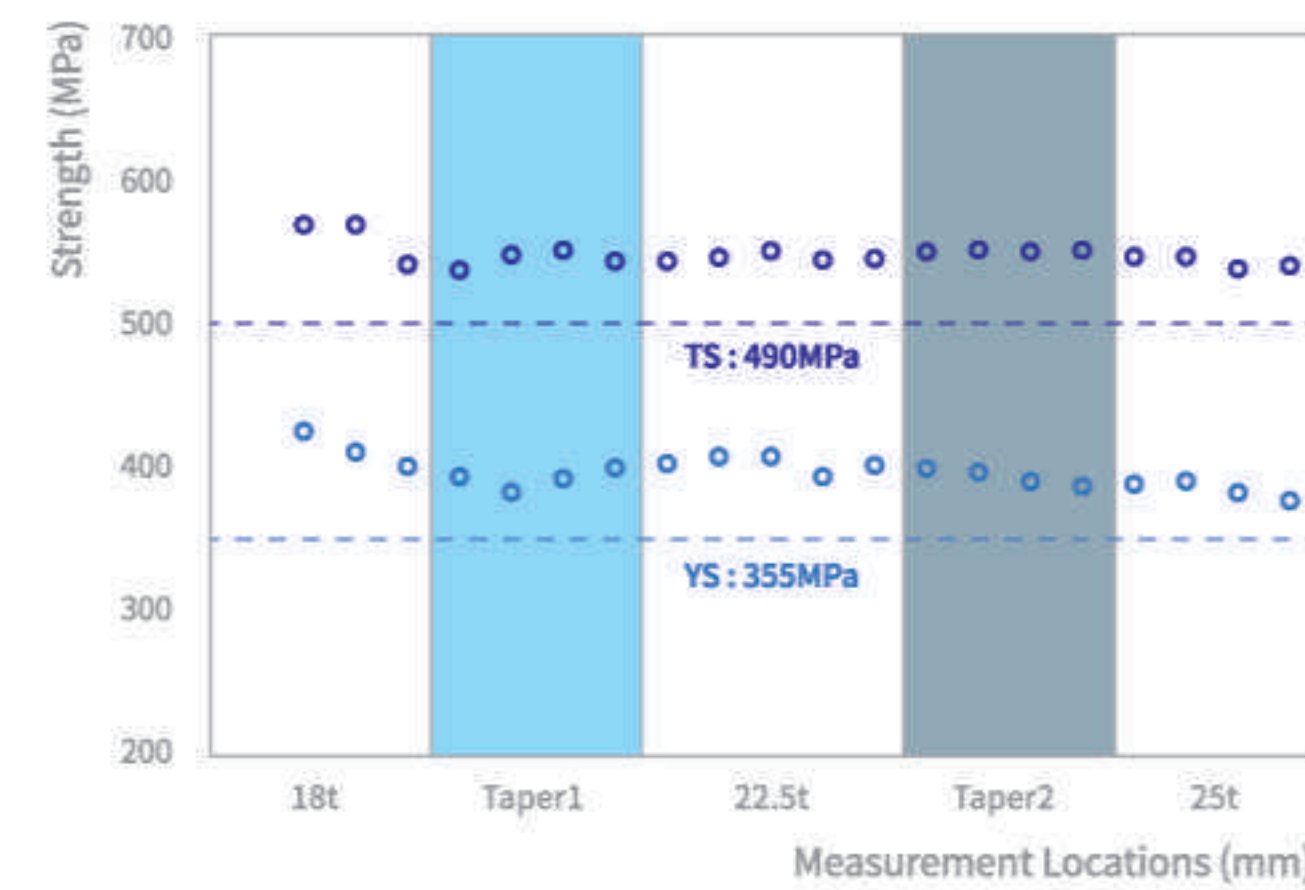
Testing	BM	Air Cooling Condition				Water Cooling Condition			
		650°C 30sec	800°C 30sec	900°C 30sec	1000°C 30sec	650°C 30sec	800°C 30sec	900°C 30sec	1000°C 30sec
TS	●	●	●	●	●				
YS	●	●	●	●	●				
EL	●	●	●	●	●				
vE(0°C)	●	●	●	●	●				
Results	PASS	PASS	PASS	PASS	PASS				

강도 / 경도

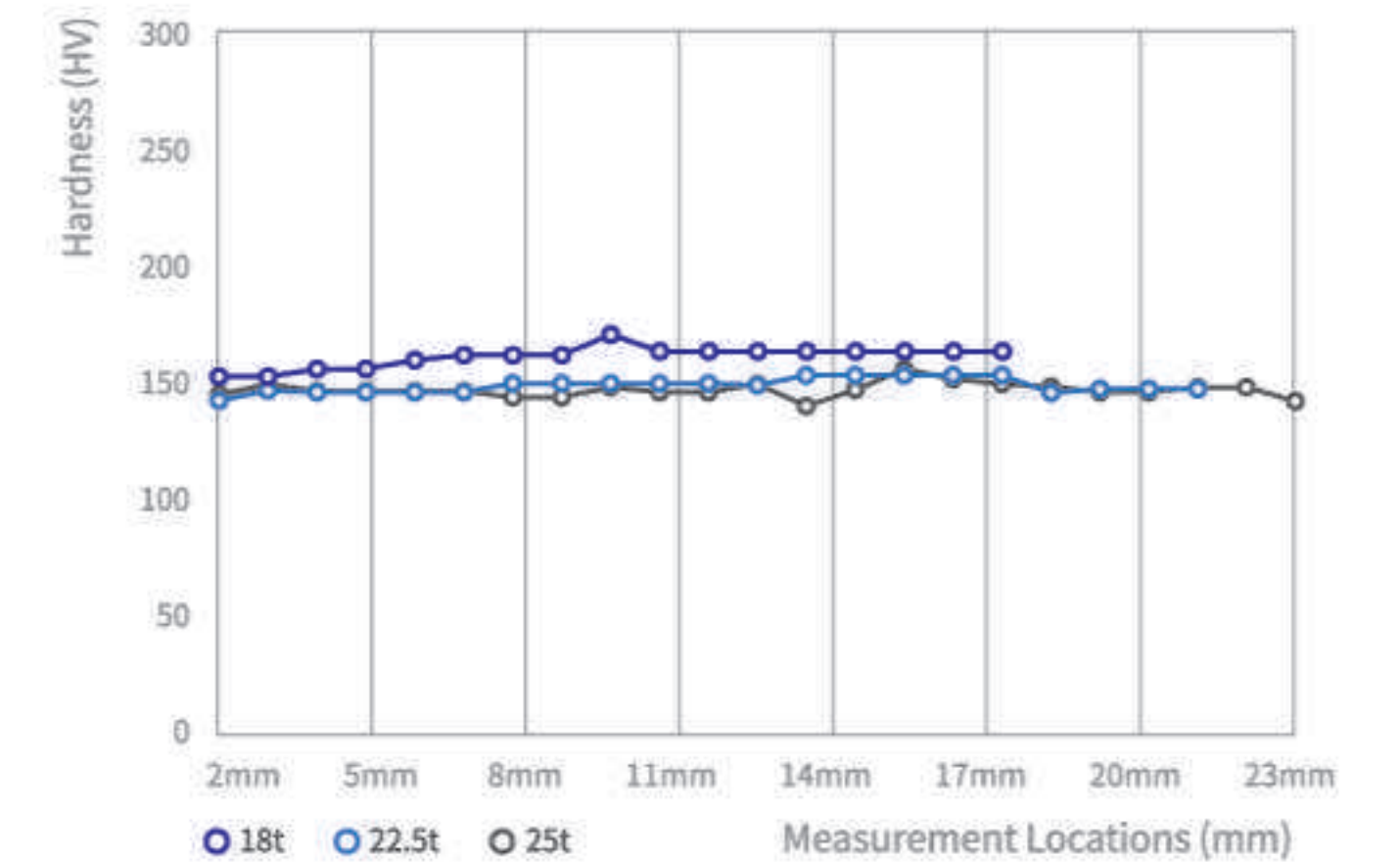
인장특성 : 두께차에 의한 약간의 강도차는 있고 18t 조건이 상대적으로 높은 편, 규격이상 안정적
두께방향 경도분포 : 18t 부분 상대적으로 높지만 AR 공정제품으로 큰 차이 없으나 인장 강도 경향과 일치



3-STEP DK - LP PLATE STRENGTH



3-STEP DK - LP PLATE HV DISTRIBUTION



DK - LP Plate 사양



DK - LP Plate 식별



Locations of Thickness Measuring Points for the Original Steel Plates IACS. 1981/Rev.5 2012

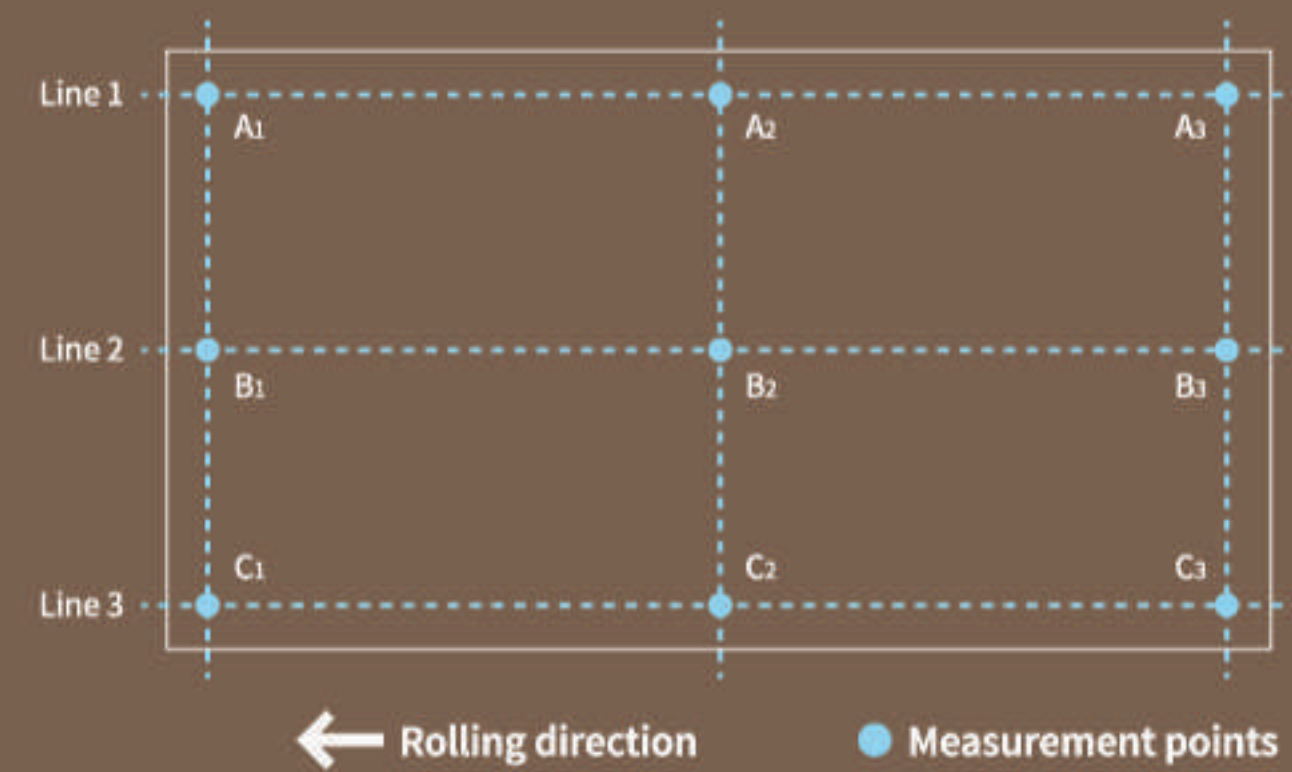
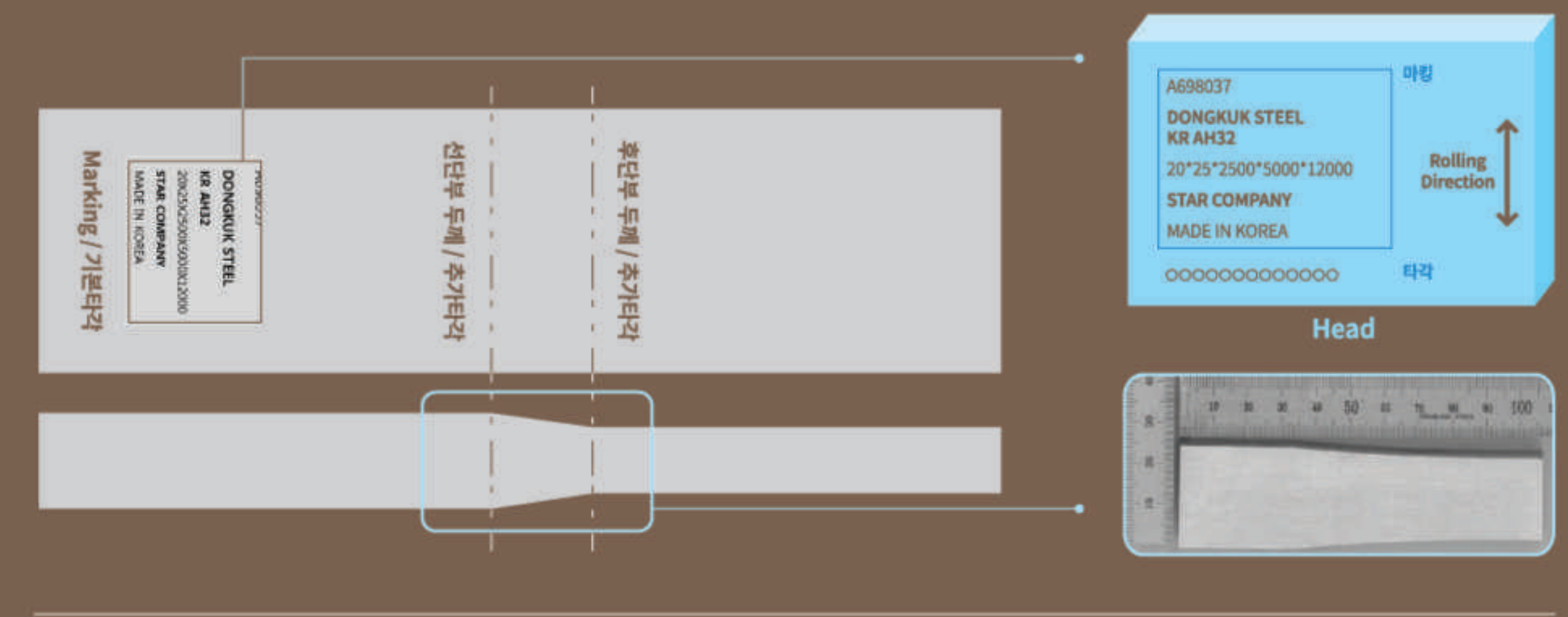


Table 1	
Nominal thickness(t) (mm)	Tolerance (mm)
$5 \leq t < 8$	- 0.4
$8 \leq t < 15$	- 0.5
$15 \leq t < 25$	- 0.6
$25 \leq t < 40$	- 0.8
$t \geq 40$	- 1.0

The minus tolerance on thickness of products in accordance with UR W11 and UR W16 is 0.3 mm irrespective of nominal thickness (W13.3.2)

선급규정 : 한점 -0.3mm 이상 평균 0 이상 (일반 강재와 동일함)



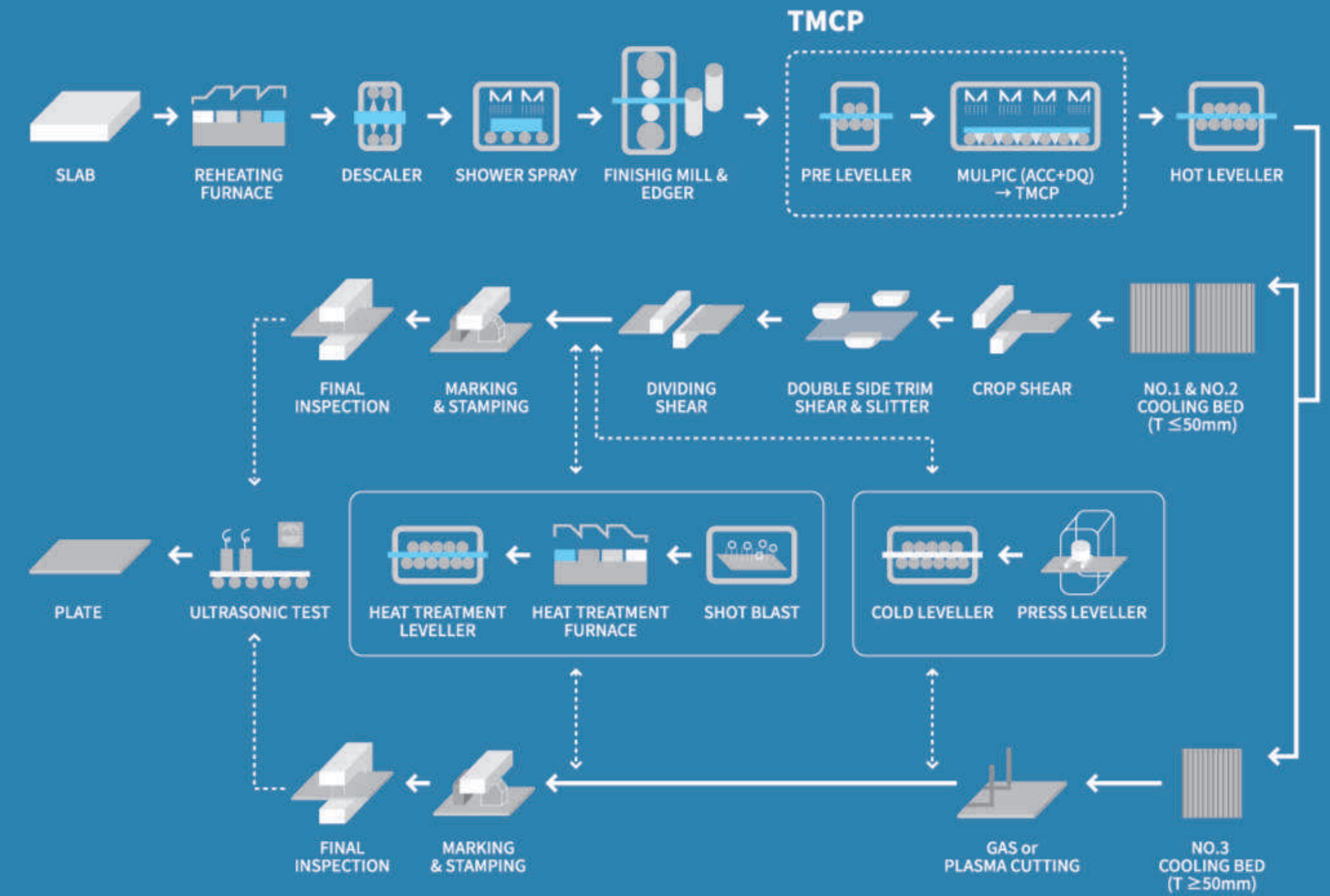
특정 조선사 제품 치수표기 협의사항 반영
표기두께1 (선단부) * 두께2 (후단부) * 폭 * 길이1 (선단부) * 전체길이

두께 변화구간 작업자 인지목적 타각추가
선단부 (후부) 끝지점 타각, 후단부 (박부) 시작부 타각

선단/후단 관계없이 후부/박부 위치변경 가능하도록 시스템 개선
선단부가 박부로 설계되면 제작과정 중 방향전환 발생



DK - LP Plate 제조공정





Certificate

기술특허

제품기술: 강재에 변단면을 형성하는 방법 및 특성이 우수한 강재 제조방법 (10-2017-0177810)
이용기술: 변단면 강재로 이루어진 다중 조합 구조물 용접 기능성 검증방법 (10-2017-0177811)

선급인증



Credits

- Page 02, 03 | Dongkuk Steel
- Page 04, 05 | Dongkuk Steel
- Page 06, 07 | ©Shutterstock - Studio concept
- Page 08, 09 | Dongkuk Steel
- Page 10, 11 | ©Shutterstock - Igor Karasi
- Page 12 | ©Shutterstock - saiko3p
- Page 14, 15 | ©Shutterstock - Teun van den Dries
- Page 17 | ©Shutterstock - Alexey Lysenko
- Page 18, 19 | ©Shutterstock - Nuttawut Uttamaharad
- Page 21 | Dongkuk Steel
- Page 23 | Dongkuk Steel
- Page 24, 25 | Dongkuk Steel
- Page 26 | Dongkuk Steel
- Page 28 | ©Shutterstock - fotohunter

Copyright

본 저작물에 대한 모든 권리는 동국제강에서 소유하고 있습니다. 따라서 동국제강의 사전허가 없이는 어떤 목적이나 용도로도 사용할 수 없습니다. 동국제강은 본 저작물에 포함된 제품 기술정보의 정확성을 위해 최선의 노력을 기울였으며, 이러한 기술 정보는 제품에 대한 일반적인 설명일 뿐 법적인 보증을 의미하지는 않습니다. 또한 본 저작물을 특정한 목적으로 재가공하여 생긴 잘못된 사실에 대해서는 동국제강에서 책임 지지 않습니다. 본 저작물은 사전 공지 없이 변경될 수 있음을 알려드리며 가장 최신정보를 확인하시려면 동국제강에 연락 주시기 바랍니다.

DK – LP Plate



서울본사

서울특별시 중구 을지로 5길 19 페럼타워
T.02-317-1114

당진공장

충남 당진시 송악읍 고대공단1길 25

인천제강소

인천광역시 동구 중봉대로 15

포항제강소

경북 포항시 남구 대송면 철강산단로 195

부산공장

부산광역시 남구 신선로 102

신평공장

부산 사하구 하신번영로 76

중앙기술연구소

경북 포항시 남구 대송면 건포산업로 3214번길 70

www.dongkuk.com