

東京港南部地区臨海道路橋梁 上部築造工事

その1工区溶接施工試験概要

国土交通省 関東地方整備局 東京港湾整備事務所
千葉照男

概要



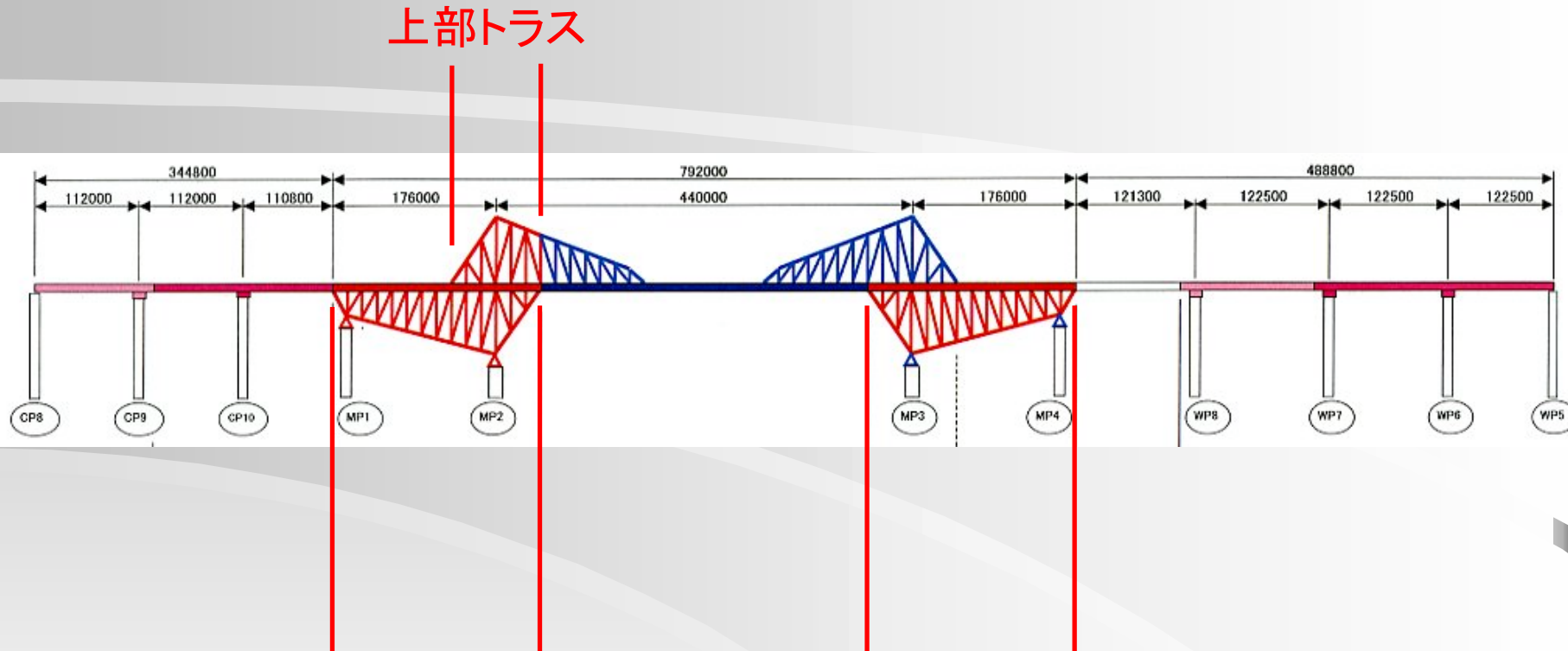
形式

主橋梁部;連続トラスボックス複合構造
陸上・海上アプローチ橋梁;連続鋼床版箱桁構造
橋長;2.9km(海上部1.6km)

所在地



その1工区 施工範囲



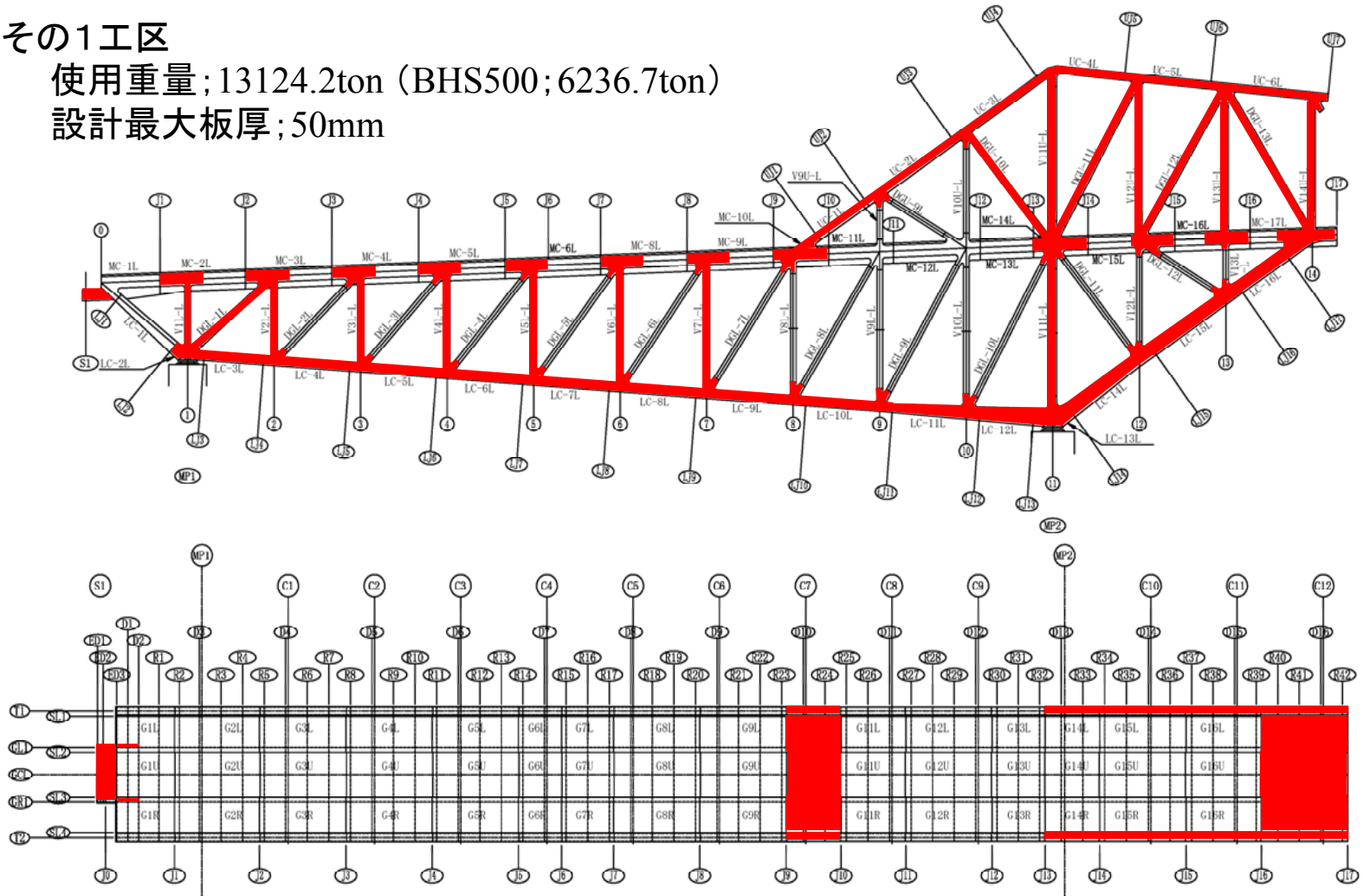
中防側一側径間下部トラス 若洲側一側径間下部トラス

使用鋼材

その1工区

使用重量;13124.2ton (BHS500;6236.7ton)

設計最大板厚;50mm



溶接施工試験の対象箇所

対象箇所		試験の種類		試験目的
		溶接品質試験	溶接構造試験	
一般部	一般的な突合せ・すみ肉・スタッド溶接	○		溶接品質の確認
特殊部	Z継ぎ手部, ノンスカラップ継手部	○	○	溶接手順・溶接による収縮・変形および溶接品質の確認
	鋼床版の段違い配置溶接部	○	○	溶接手順および溶接品質の確認
	上向きなど特殊な溶接姿勢での溶接部	○		溶接品質の確認
	鋼床版のUリブ溶接部		○	溶け込み量の確認
	コンパクト格点溶接部	○	○	狭隘部での施工における溶接手順および溶接品質の確認
	かど溶接部	○		溶接品質の確認
	その他, 過去に実勢のない構造部材の溶接部	○	○	溶接手順・溶接による収縮・変形および溶接品質の確認

※製作規準書より

溶接品質試験（一般部）

BHS鋼材と溶接材料とのマッチング確認

工場溶接

- ① 開先溶接 (SAW)
- ② 十字継手溶接 (GMAW)
- ③ かど溶接
- ④ すみ肉溶接
- ⑤ スタッド溶接
- ⑥ y形割れ試験

鋼材の化学成分

試験種類	板厚	成分 (wt%, ppm)												
		C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	Nb	V	B	N
工場 ②十字 ※	40t	0.08	0.28	1.55	0.01	0.002	0.01	0.01	0.02	0	0.04	0.04	1	35
工場 ①開先 ⑥y形割れ 現場 ①Z継ぎ手 ④上向溶接部	46t	0.08	0.28	1.53	0.02	0.003	0.04	0.03	0.03	0.01	0.04	0.05	1	20
工場 ③かど溶接 現場 ②ノンスカラップ	30t	0.08	0.28	1.53	0.02	0.003	0.04	0.03	0.03	0.01	0.04	0.05	1	20
工場 ④すみ肉 ⑤スタッド 現場 ③鋼床版段違い	16t	0.08	0.29	1.54	0.01	0.002	0.03	0.02	0.03	0	0.02	0.04	1	28
BHS500規格		0.11 以下	0.55 以下	2.00 以下	0.02 以下	0.006 以下	—	—	—	—	—	—	—	60 以下

使用溶接材料

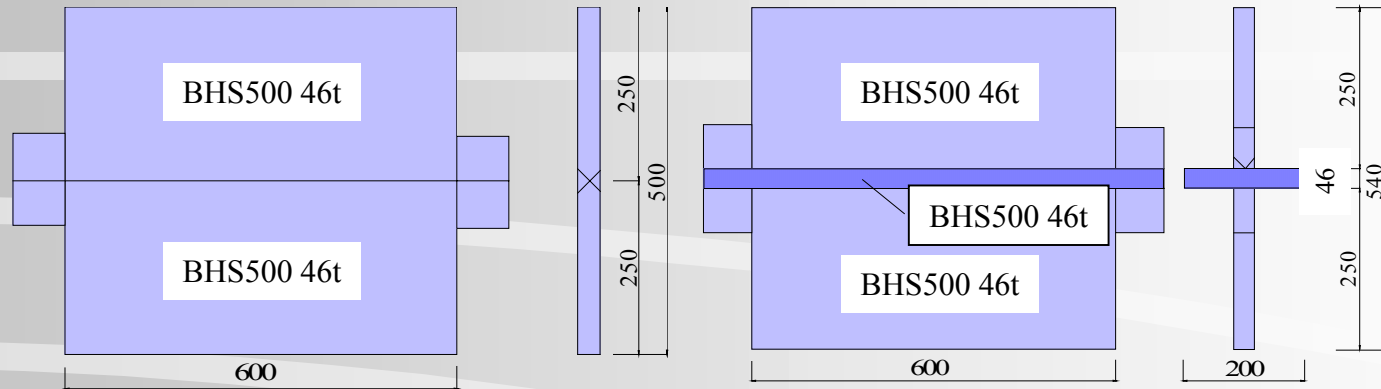
	試験項目	溶接材料銘柄	JIS規格	メーカー
工場溶接	①開先溶接 (SAW)	Y-DM×YF-15B	S624 H4該当	日鐵住金
	②十字継手溶接 ※ (GMAW)	YM-60C	YGW21	日鐵住金
	③かど溶接	YM-60A YM-60A+YM-60C	YGW23 YGW23+YGW21	日鐵住金
		MGS-63B MGS-63B+YM-60C		神戸製鋼+日鐵住金
	④すみ肉溶接	SF-60	YFW-C60FR	神戸製鋼+日鐵住金
		YM-60A MGS-63B	YGW23	日鐵住金 神戸製鋼
	⑤スタッド溶接	異形スタッド φ13	—	—
	⑥y形割れ試験	YM-60C	YGW21	日鐵住金
L-60 4φ		D5816	日鐵住金	
現場溶接	①Z継ぎ手部 (溶接姿勢V)	SF-60	YFW-C60FR	日鐵住金
	②ノンスラップ継手部 (溶接姿勢H, V)	SF-60 YM-60C	YFW-C60FR+YGW21	日鐵住金
	③鋼床版段違い配置部 (GMAW+SAW)	YM-60C+Y-DM×YF-15B	YGW21+S624 H4該当	日鐵住金
	④上向き溶接部 (溶接姿勢O)	SF-60A	YFW-A60FR	日鐵住金

※川田データ

一般部(工場溶接)のマッチング確認

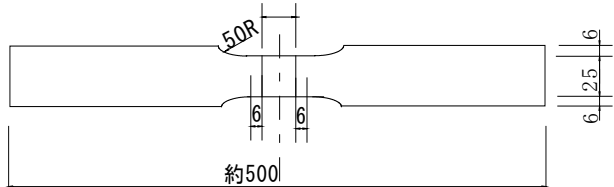
①開先溶接試験体

②十字継手溶接試験体

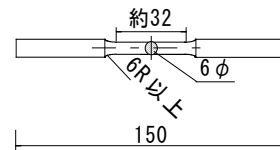


継手引張

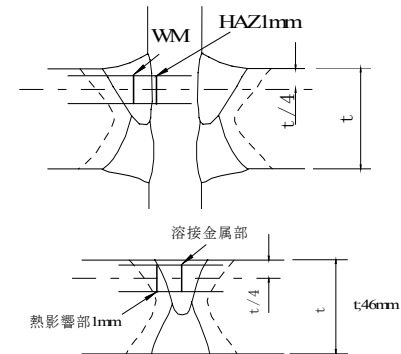
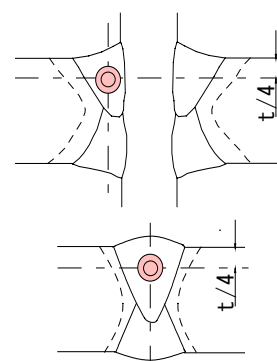
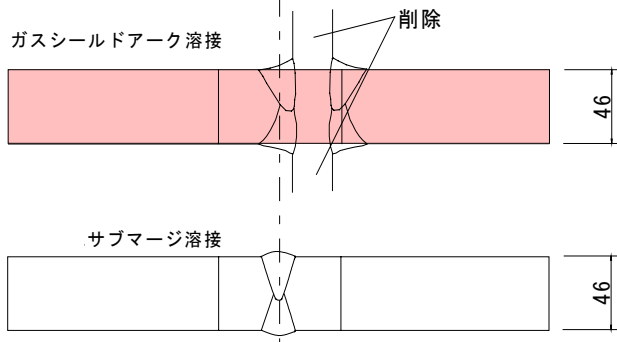
溶着金属部の最大幅+12



溶着金属引張試験片

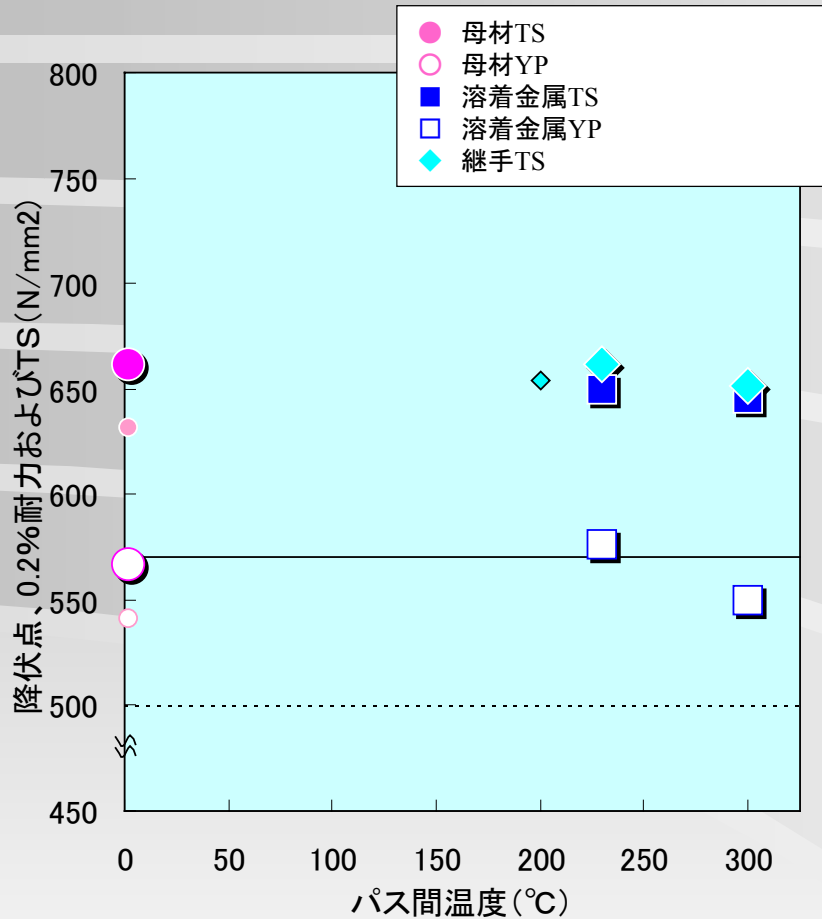


衝撃試験片

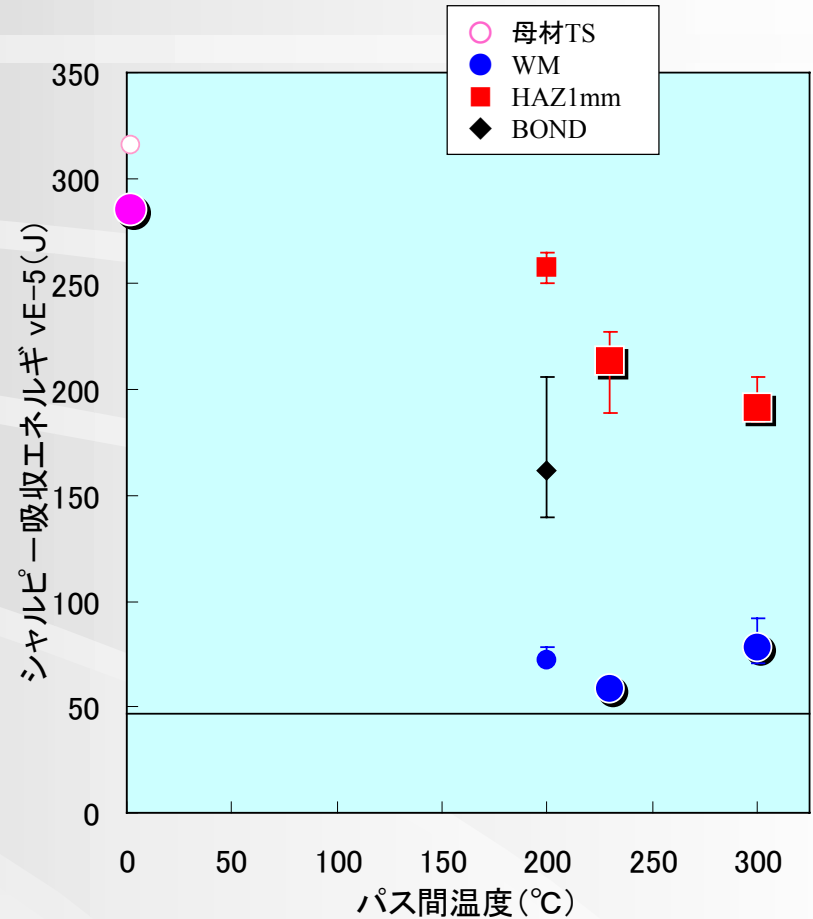


①開先溶接の機械試験結果(その1)

引張試験



衝撃試験



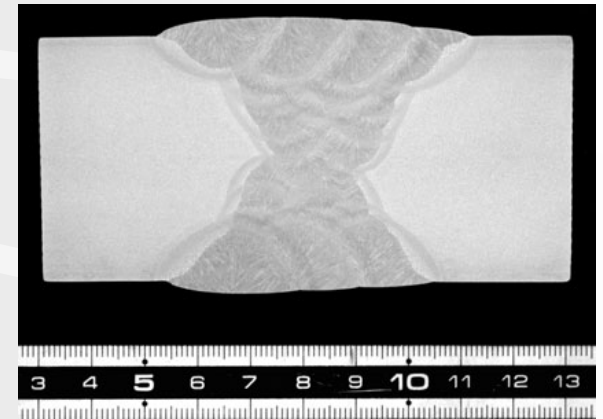
SAW溶接 Y-DM×YF-15B

※影なし(プロット小)のみ川田データ

①開先溶接の機械試験結果(その2)

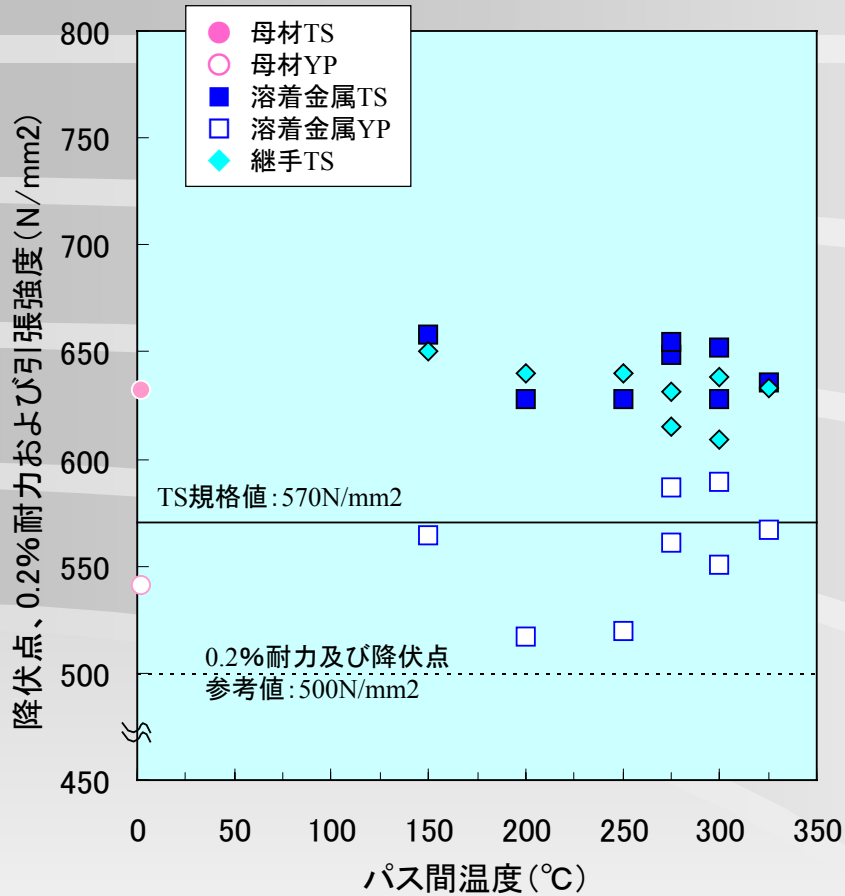
側曲げ, マクロ, 硬さ試験

溶接法	入熱量 (kJ/mm)	パス間 温度 (°C)	側曲げ	断面 マクロ	最高硬さHv10	
					1/2t	2mm
SAW	≦5	※≦200	きれつなし	欠陥なし	231(BM)	254(BM)
		≦230	きれつなし	欠陥なし	227(WM)	266(BM)
		≦300	きれつなし	欠陥なし	224(WM)	240(BM)

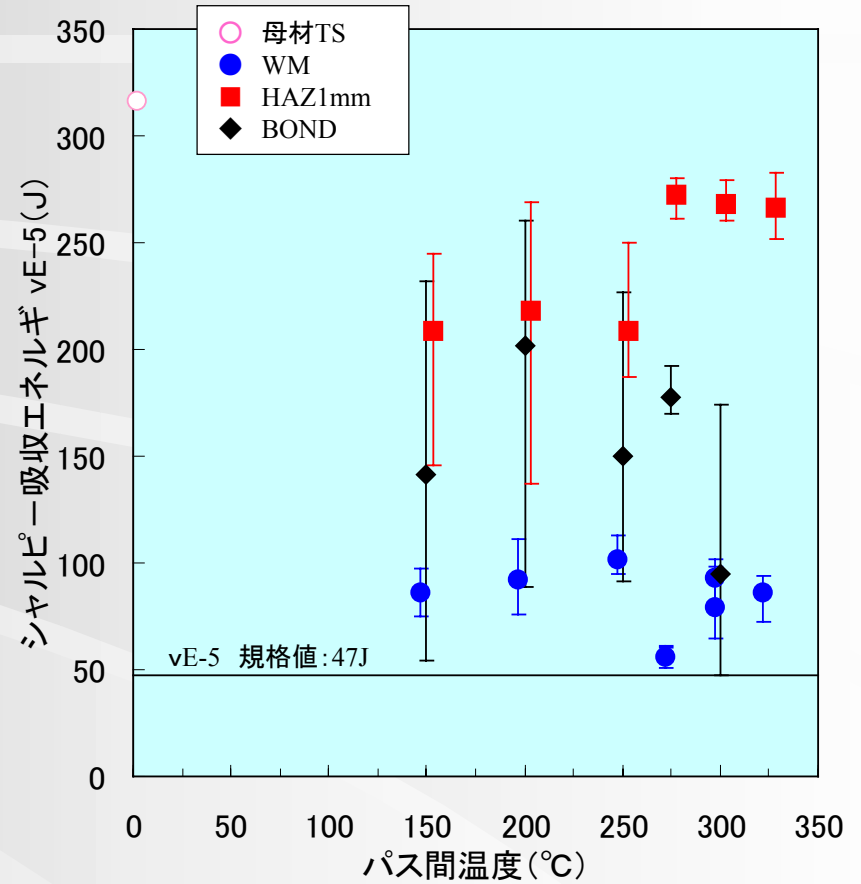


② 十字継手溶接の機械試験結果 (その1)

引張試験



衝撃試験



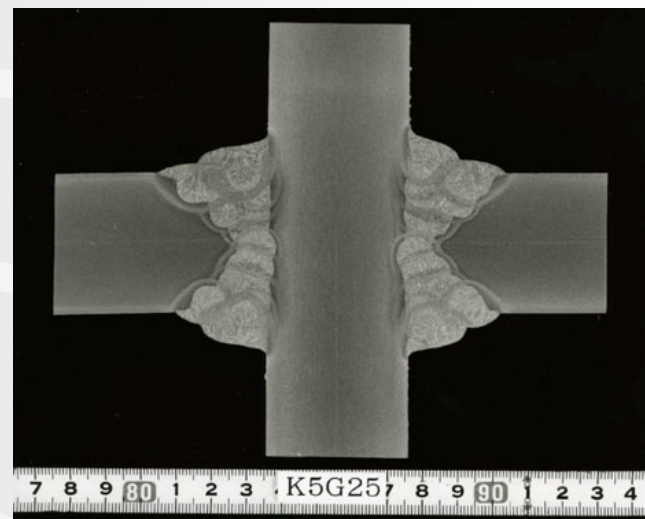
工場溶接 YM-60C (YGW21)

※②結果は川田データ

②十字継手溶接の機械試験結果(その2)

側曲げ, マクロ, 硬さ試験

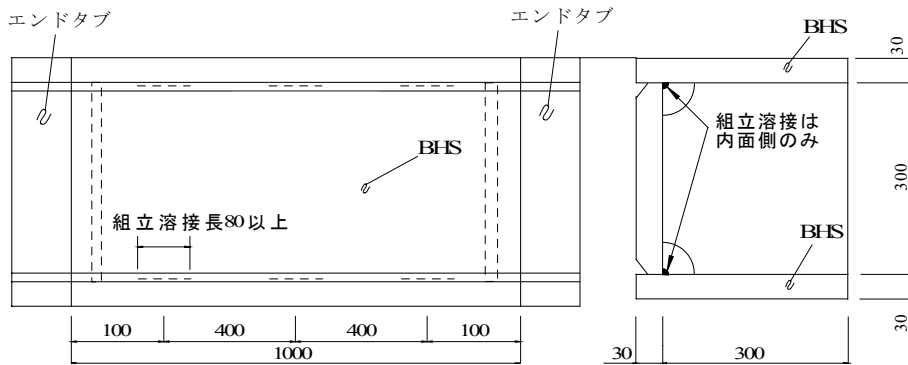
溶接法	入熱量 (kJ/mm)	パス間 温度 (°C)	側曲げ	断面 マクロ	最高硬さHv10	
					1/2t	2mm
GMAW	≦5	≦150	きれつなし	欠陥なし	267(WM)	241(BM)
		≦200	きれつなし	欠陥なし	267(WM)	242(BM)
		≦250	きれつなし	欠陥なし	244(WM)	234(BM)
		≦275	きれつなし	欠陥なし	239(WM)	245(BM)
			きれつなし	欠陥なし	239(WM)	238(WM)
		≦300	きれつなし	欠陥なし	241(WM)	227(WM, BM)
			きれつなし	欠陥なし	238(WM)	236(WM)
		≦325	きれつなし	欠陥なし	223(WM)	228(WM, BM)



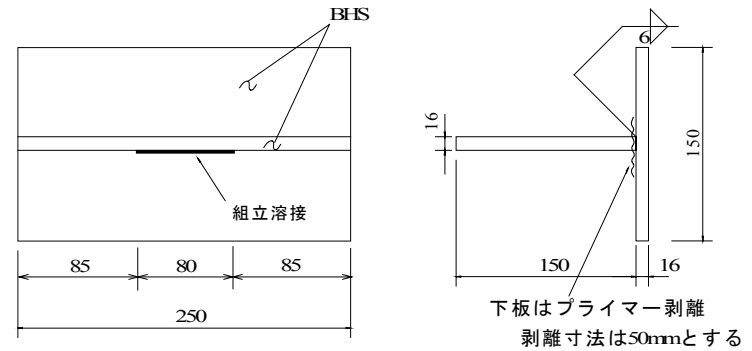
※②結果は川田データ

工場溶接 ③, ④試験体形状

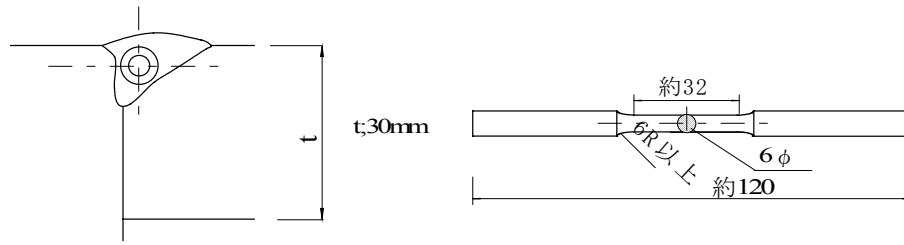
③かど溶接試験体



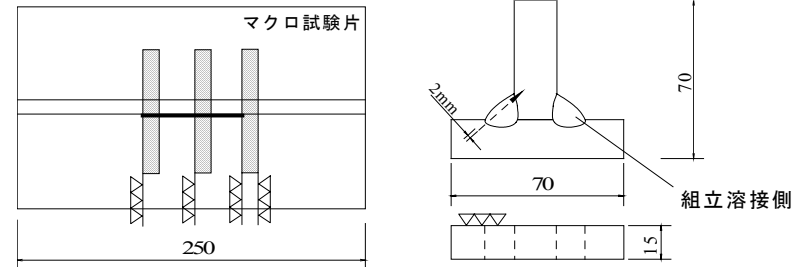
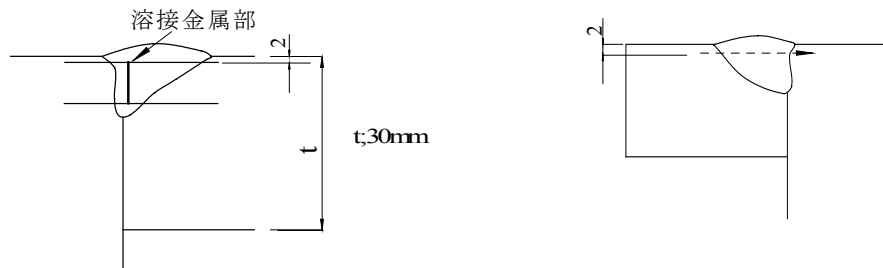
④すみ肉試験体



溶着金属引張



衝撃試験片

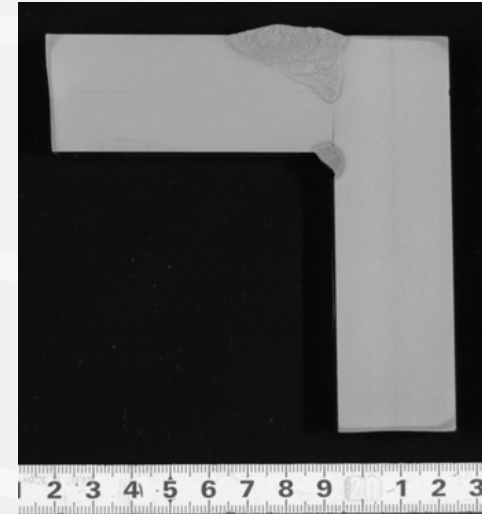


工場溶接 ③, ④機械試験結果

③かど溶接試験体

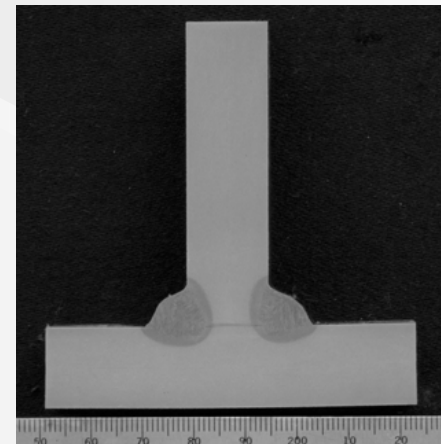
溶接金属引張及び衝撃, 側曲げ, マクロ, 硬さ試験

溶接材料	溶着金属引張		衝撃	断面マクロ	最高硬さHv10
	YP (N/mm ²)	TS (N/mm ²)	WM (vE-5)		
YM-60A	590	657	183	良好	242(BM)
YM-60A+YM-60C混用	631	696	93	良好	235(BM)
MGS-63B	567	661	130	良好	242(BM)
MGS-63B+YM-60C混用	606	680	105	良好	230(BM)
判定値	≥500	≥570	≥47	欠陥なし 溶け込み量が開先深さ以上	Hvmax ≤ 370



④すみ肉試験体 マクロ, 硬さ試験

溶接材料	断面マクロ	最高硬さHv10
SF-60	良好	240(HAZ)
YM-60A	良好	236(WM)
MGS-63B	良好	254(WM)
判定基準	組立溶接と本溶接が欠陥なく融合 溶け込みあり	Hvmax ≤ 370



⑤, ⑥試験結果

⑤スタッド溶接 引張・曲げ試験

引張試験	TS(N/mm ²)	破断位置
	515/519/518	いずれも軸部
判定基準	TS;400~550N/mm ² ただし溶接部で破断してはいけない	
曲げ試験 (曲げ角度30°)	溶接部異常認めず	
判定基準	溶接部にきれつを生じてはならない	



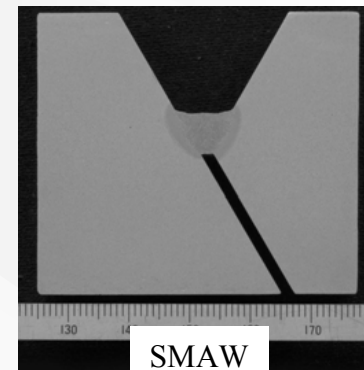
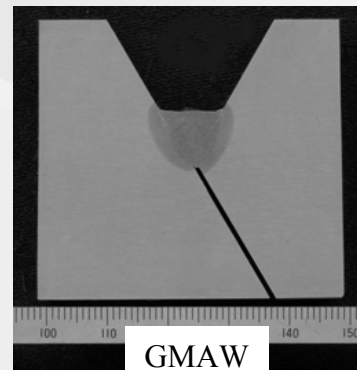
⑥y形溶接割れ試験

溶接法	溶接材料	JIS規格	試験温度 (°C)	断面割れ率(%)		
GMAW	YM-60C	YGW21	8	0	0	0
SMAW	L-60	D5816	8	0	0	0

試験環境

予熱なし;8°C×38%

溶接条件;1.7kJ/mm 鋼材Pcm;0.17



溶接品質試験（特殊部）

BHS鋼材と溶接材料とのマッチング確認

現場溶接

- ① Z継ぎ手部（溶接姿勢V）
- ② ノンスカラップ継手部（溶接姿勢H, V）
- ③ 鋼床版の段違い配置溶接部（GMAW+SAW）
- ④ 上向き溶接部（溶接姿勢O）

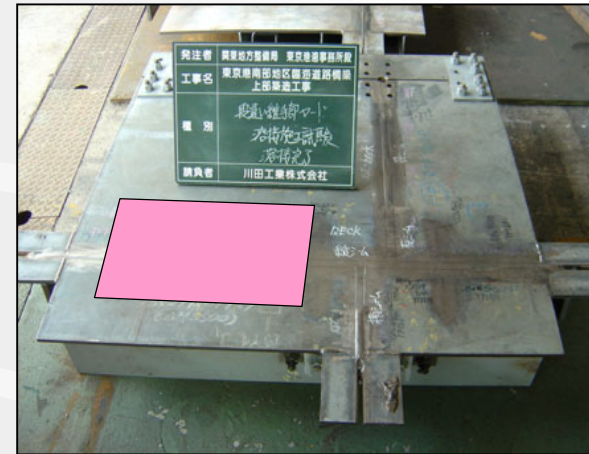
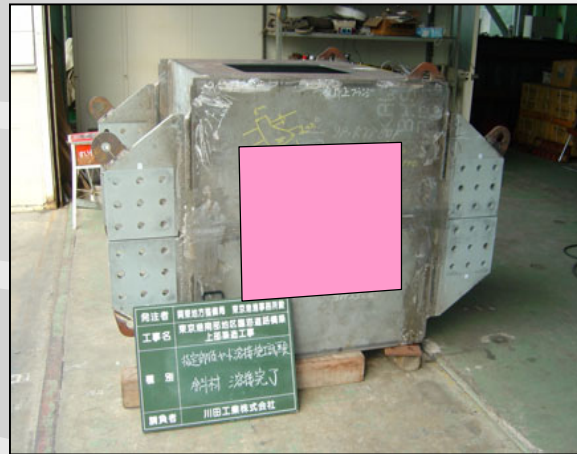
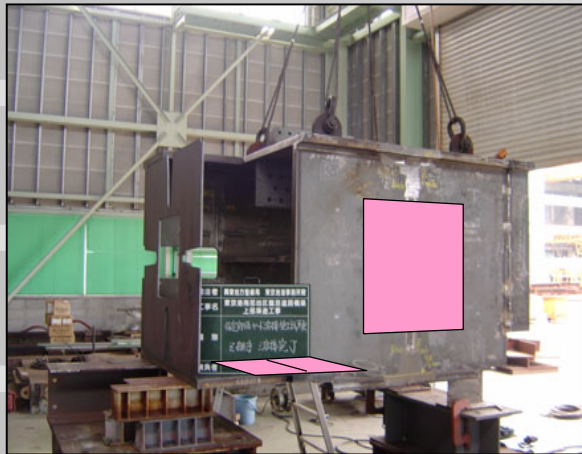
特殊部（現場溶接）のマッチング確認

① Z継ぎ手

④ 上向き溶接部

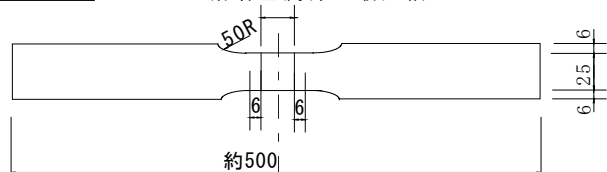
② ノンスカラップ継手

③ 鋼床版段違い配置

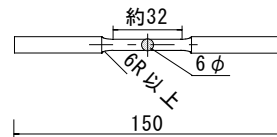


継手引張

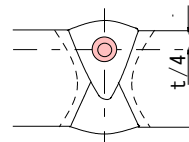
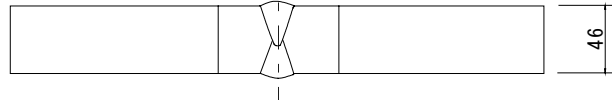
溶着金属部の最大幅 +12



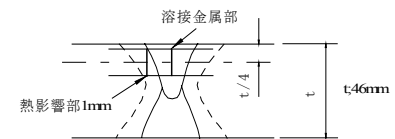
溶着金属引張試験片



タンデムサブマージ溶接

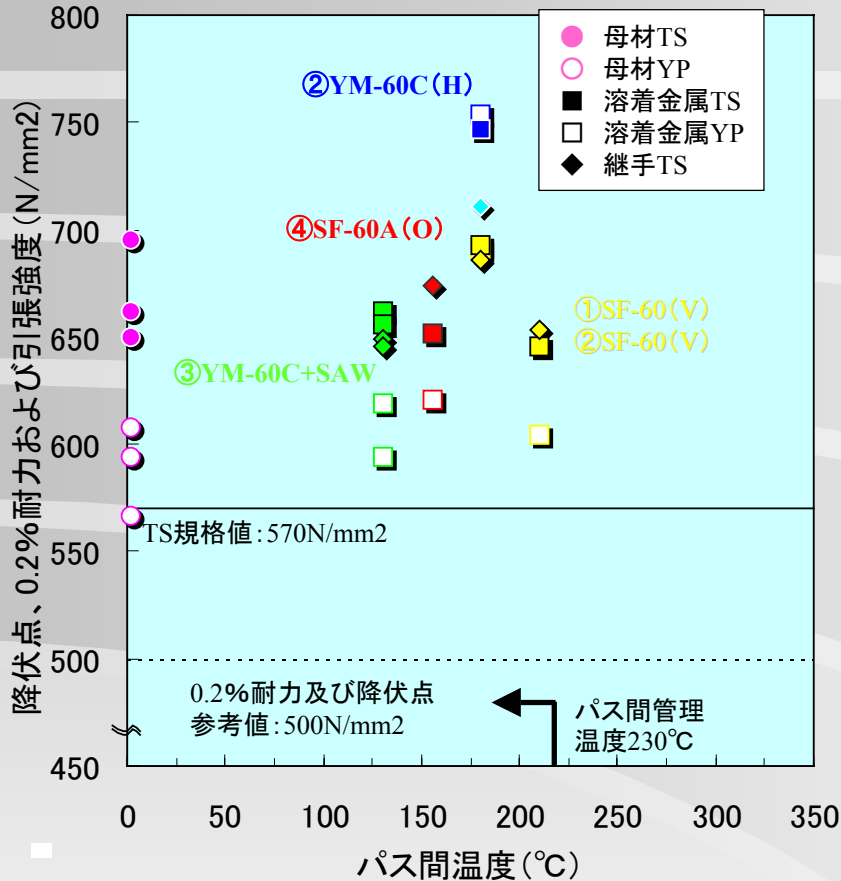


衝撃試験片

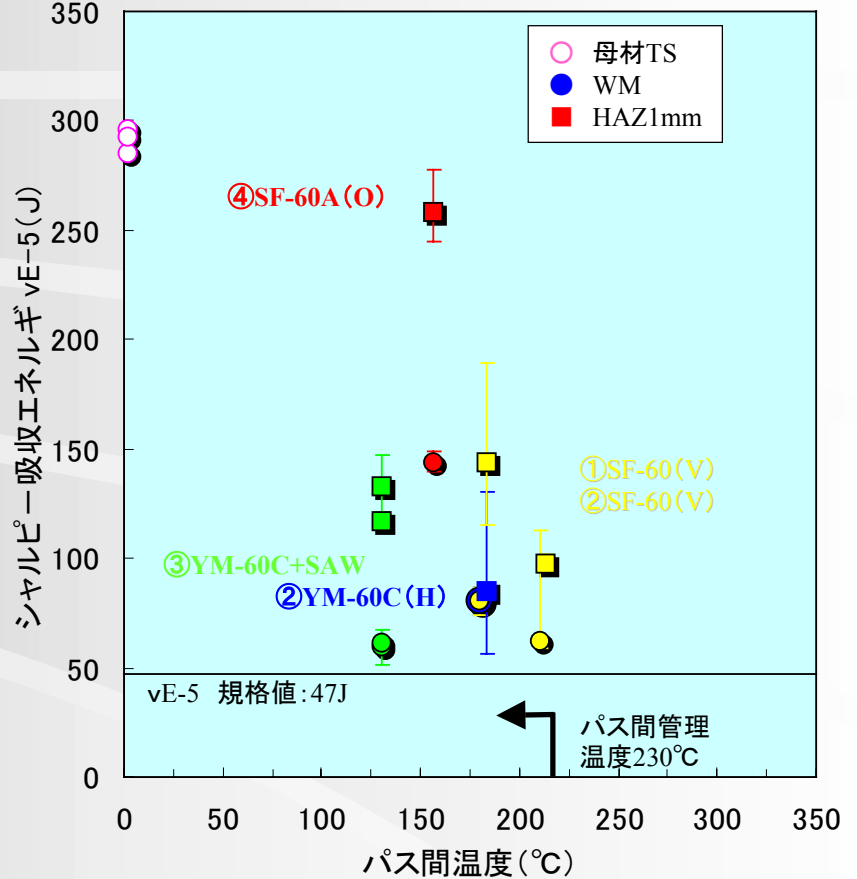


機械試験結果(その1)

引張試験



衝撃試験



現場溶接

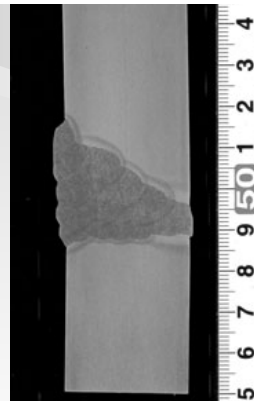
- ① Z継ぎ手部(溶接姿勢V)
- ② ノンスカラップ継手部(溶接姿勢H, V)
- ③ 鋼床版の段違い配置溶接部(GMAW+SAW)
- ④ 上向き溶接部(溶接姿勢O)

機械試験結果(その2)

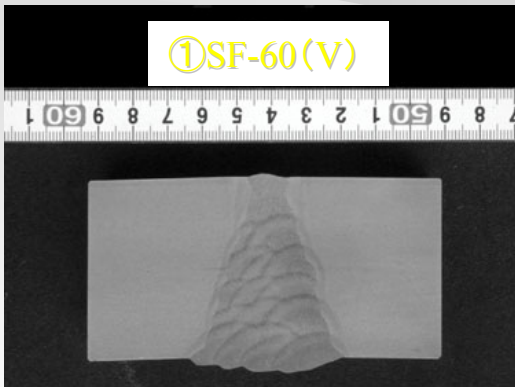
側曲げ, マクロ, 硬さ試験

試験種類	溶接法	入熱量 (kJ/mm)	パス間 温度 (°C)	側曲げ	断面 マクロ	最高硬さHv10	
						1/2t	2mm
① Z継ぎ手部(V)	GMAW (CO2)	≤7	≤230	きれつなし	欠陥なし	225(BM)	256(HAZ)
② ノンスラップ継手部(H)				きれつなし	欠陥なし	253(WM)	249(WM)
② ノンスラップ継手部(V)				きれつなし	欠陥なし	230(HAZ)	264(HAZ)
③ 鋼床版の段違い 配置溶接部	GMAW + SAW			きれつなし	欠陥なし	223(BM)	223(BM)
④ 上向き溶接部(O)	GMAW (Ar+CO2)			きれつなし	欠陥なし	243(HAZ)	276(HAZ)

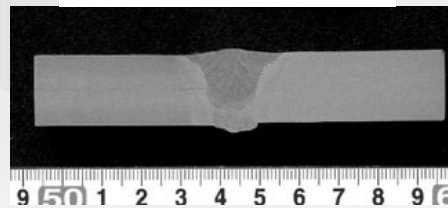
②YM-60C(H)



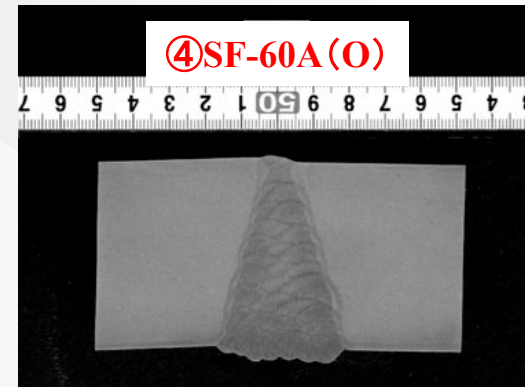
①SF-60(V)



③YM-60C+SAW



④SF-60A(O)



溶接施工試験の対象箇所

対象箇所		試験の種類		試験目的
		溶接品質試験	溶接構造試験	
一般部	一般的な突合せ・すみ肉・スタッド溶接	○		溶接品質の確認
特殊部	Z継ぎ手部, ノンスカラップ継手部	○	○	溶接手順・溶接による収縮・変形および溶接品質の確認
	鋼床版の段違い配置溶接部	○	○	溶接手順および溶接品質の確認
	上向きなど特殊な溶接姿勢での溶接部	○		溶接品質の確認
	鋼床版のUリブ溶接部		○	溶け込み量の確認
	コンパクト格点溶接部	○	○	狭隘部での施工における溶接手順および溶接品質の確認
	かど溶接部	○		溶接品質の確認
	その他, 過去に実勢のない構造部材の溶接部	○	○	溶接手順・溶接による収縮・変形および溶接品質の確認

※製作規準書より

溶接構造試験

- ① Z継ぎ手部
- ② ノンスカラップ継手部(鉛直材, 斜材)
- ③ 鋼床版の段違い配置溶接部
- ④ コンパクト格点
- ⑤ Uリブ縦方向溶接部(75%溶け込み)
- ⑥ その他
 - ・板組変化部
 - ・密閉マンホール溶接部
 - ・主構ガセット溶接部
 - ・Uリブ端部など

現場溶接 ①, ②, ③の概要

①Z継ぎ手
模式図



②ハンスカラップ
模式図

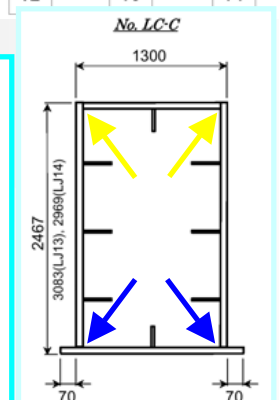
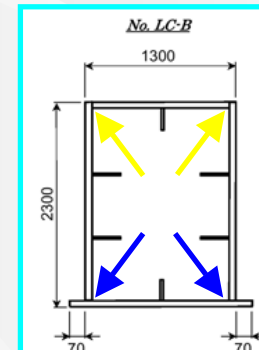
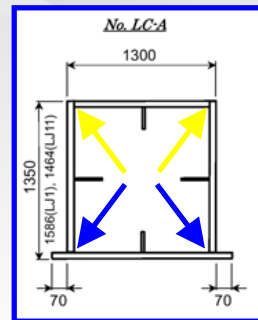
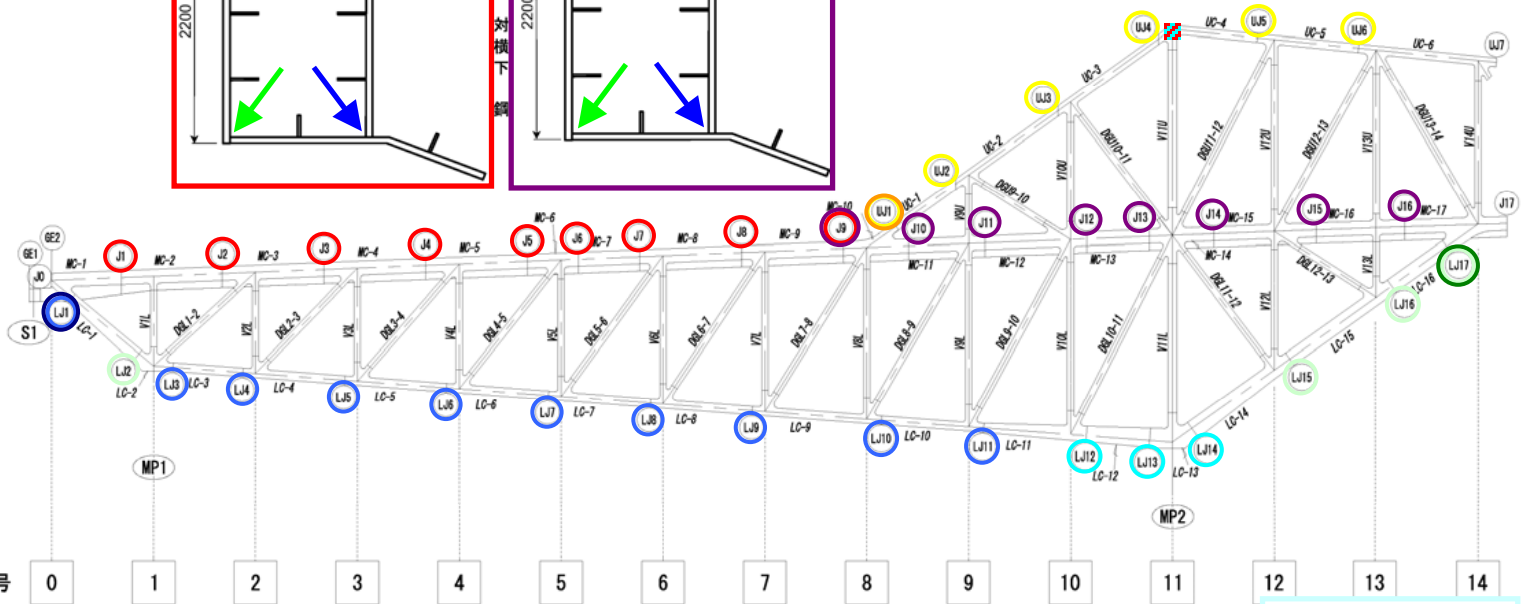
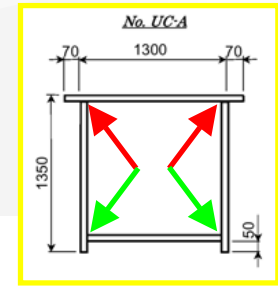
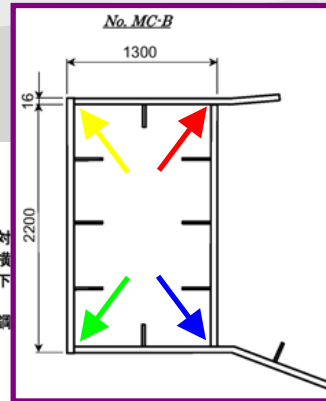
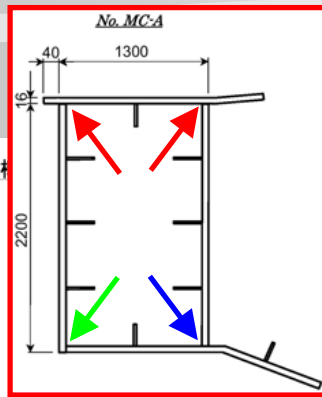


③段違い配置
模式図

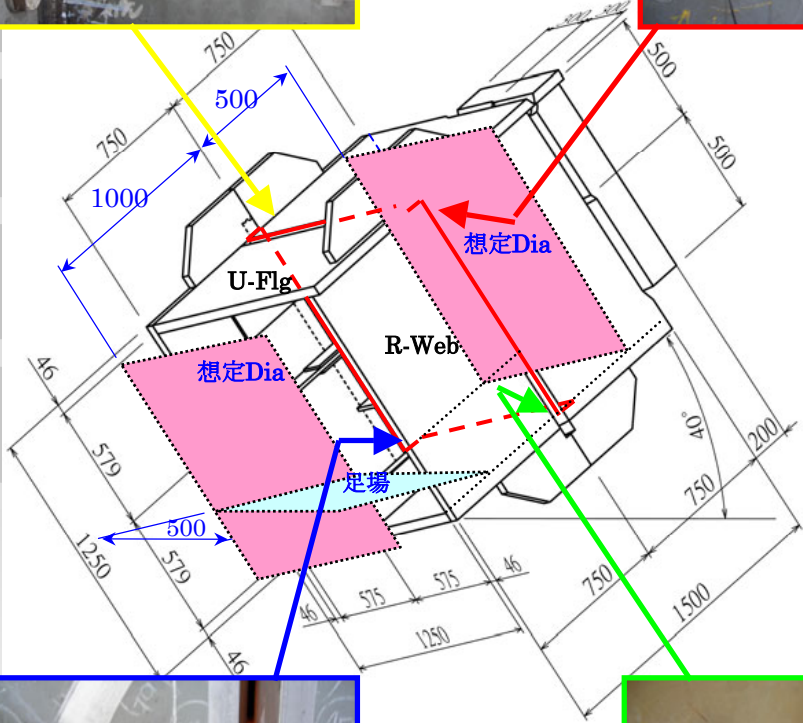
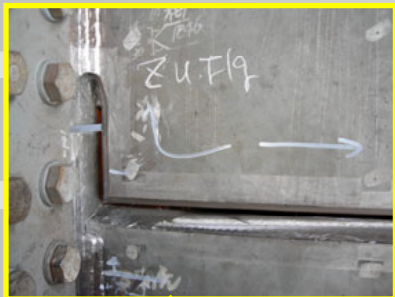


① Z継ぎ手部の断面構成

トラス主材



① Z継ぎ手部



FLG 下向溶接



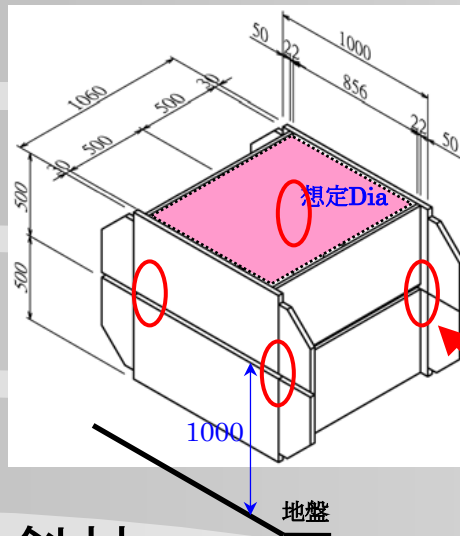
WEB 立向溶接



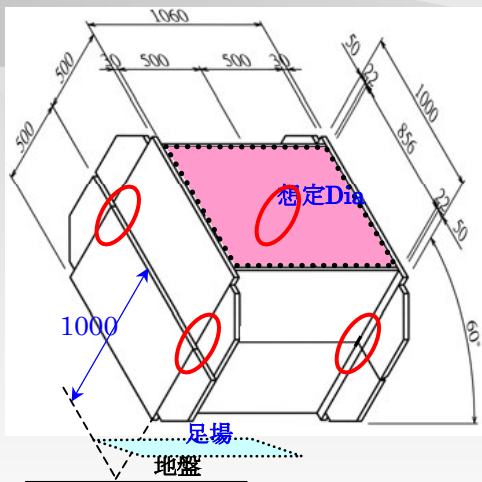
ハンスカラップ溶接

② ノンスカラップ継手部

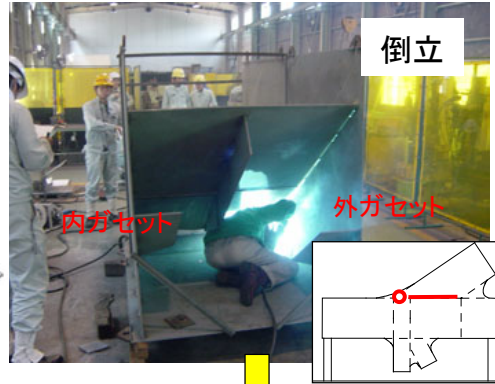
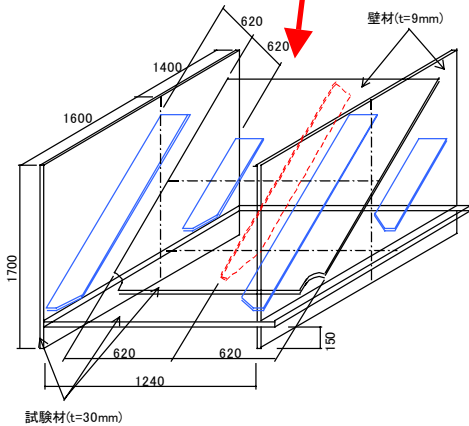
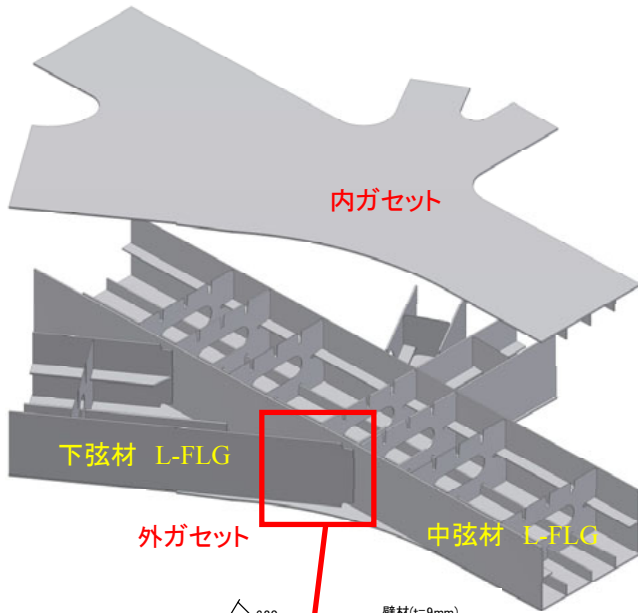
鉛直材



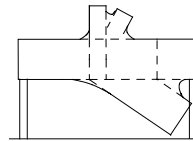
斜材



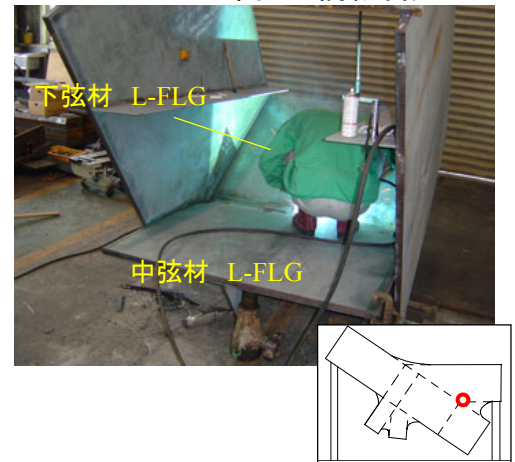
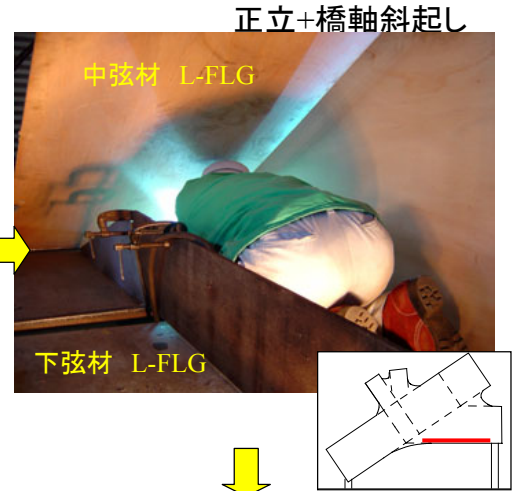
④ コンパクト格点



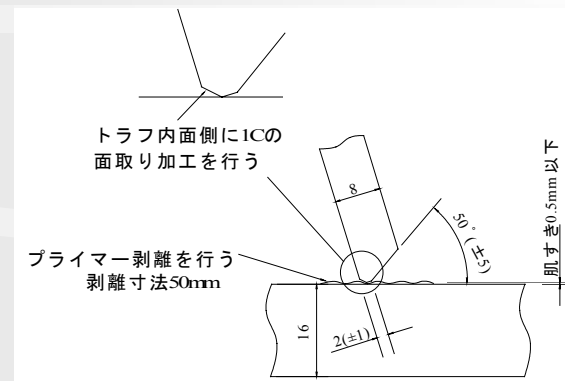
正立



横向2



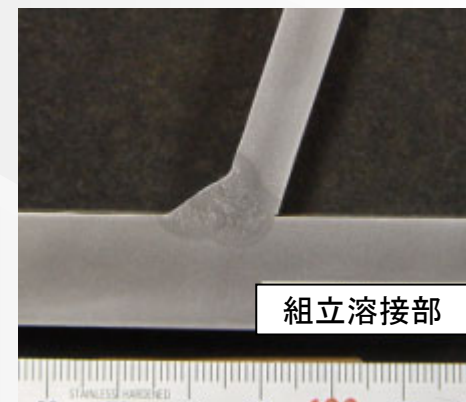
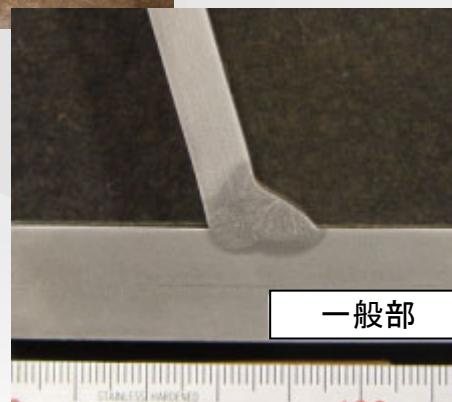
⑤ Uリブ縦方向溶接部 (75%溶け込み)



鋼材

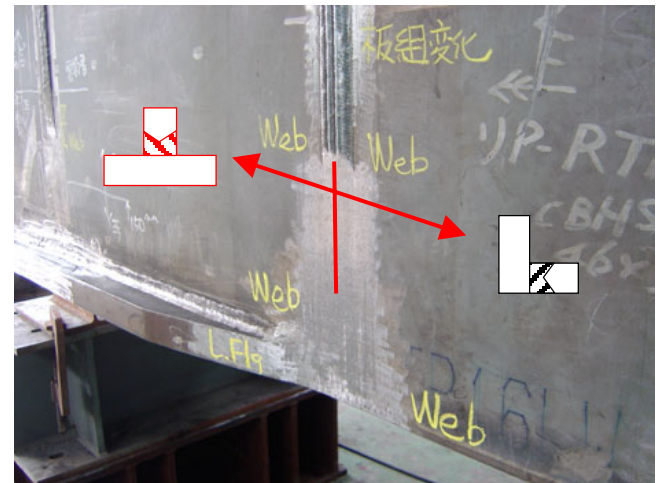
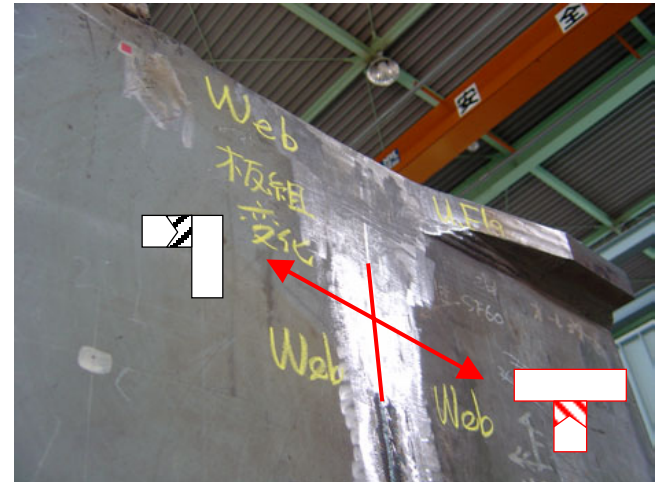
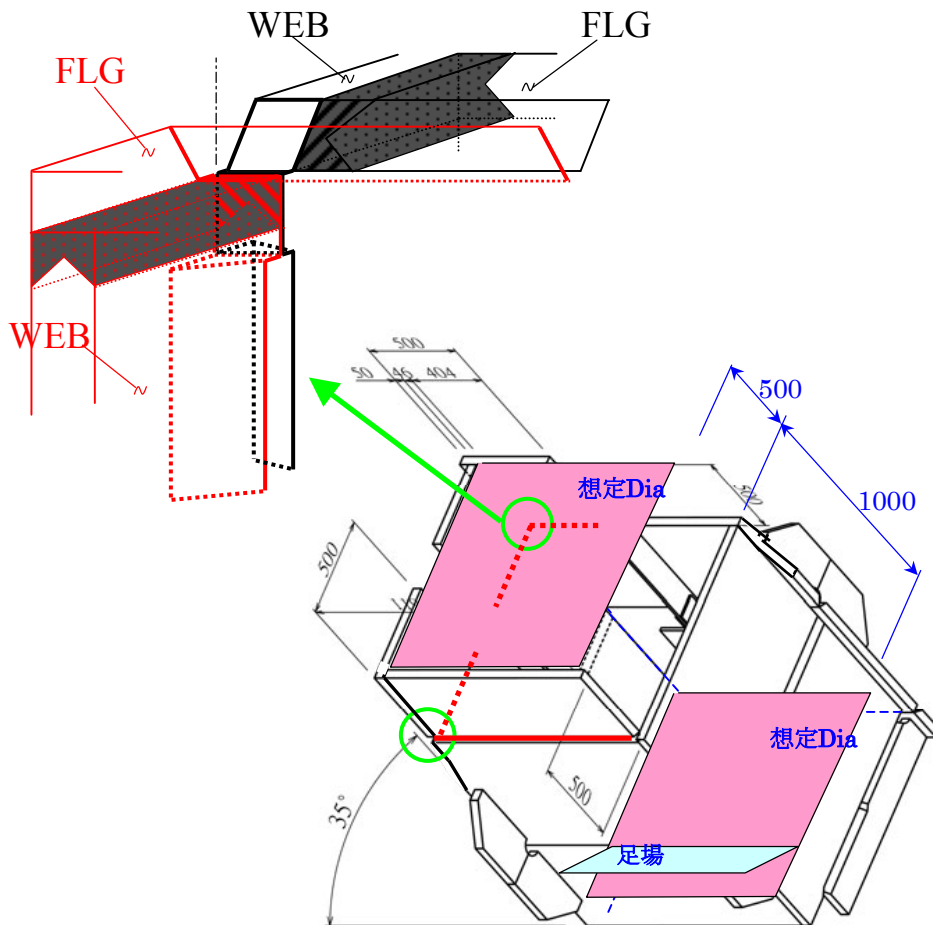
BHS500 16t × 8t

SM490Y 16t × 8t



⑥ その他

板組変化部



まとめ

溶接品質試験について

継ぎ手の機械的性質はいずれも規格値を満足しており、使用鋼材の溶接性と溶接施工法の適性が確認された。

溶接構造試験について

いずれの試験体も所定の溶接品質が得られており、計画された溶接手順や施工性について妥当性が確認された。

その他

- ・ 二軸応力下となる場合は C方, L方向ともに所要の性能であることの確認が必要となるが、高靱性化、高清浄化されたBHS鋼材については初期ロットのみ確認を行うこととした。
- ・ 厚さ方向特性の目安はZ35であるが、Z35保証材として購入を行った。