

フラックス入りワイヤによる水平すみ肉 溶接ビードの外観形状の改善に関する研究

(株)神戸製鋼所

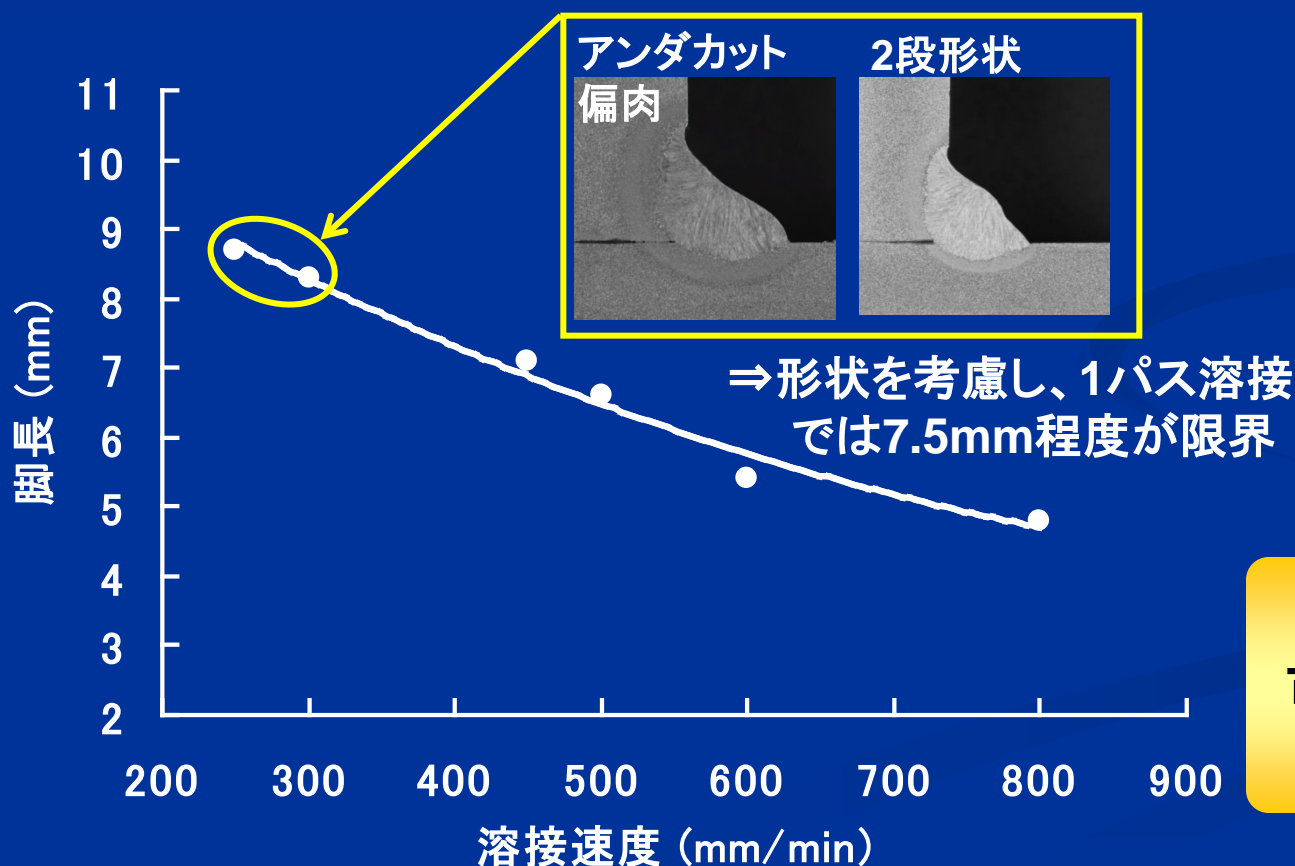
溶接事業部門 技術センター

古川 尚英

背景

共通構造規則 (CSR) の制定

- ・使用鋼板が厚くなるため、必要脚長が増加 (6mm⇒8~9mm)
- ・大脚長溶接を必要とする対象部材が増加



安定して大脚長を得るために、2パス施工が行われる場合がある

能率低下

1パスで大脚長溶接が可能なワイヤのニーズが高まっている

背景

バラスタंक新塗装基準 (PSPC) の制定

- ・基本的塗装システム要件の作業仕様には、最低2回のストライプ塗装および2回のスプレー塗装を行うことが義務付けられている。
- ・但し、溶接部の形状がスムーズで公称乾燥膜厚が規格を満足すると証明される場合は、2回目のストライプ塗装を省略できる。

大脚長溶接時のビード形状が改善され、
ストライプ塗装の1回塗りが認定されれば、
塗装工程においても大幅な能率向上に繋がる

塗装にやさしい溶接を・・・

研究開発目標

大脚長溶接時に塗装性に優れたビード形状を呈する
フラックス入りワイヤを提供する。

<検討項目>

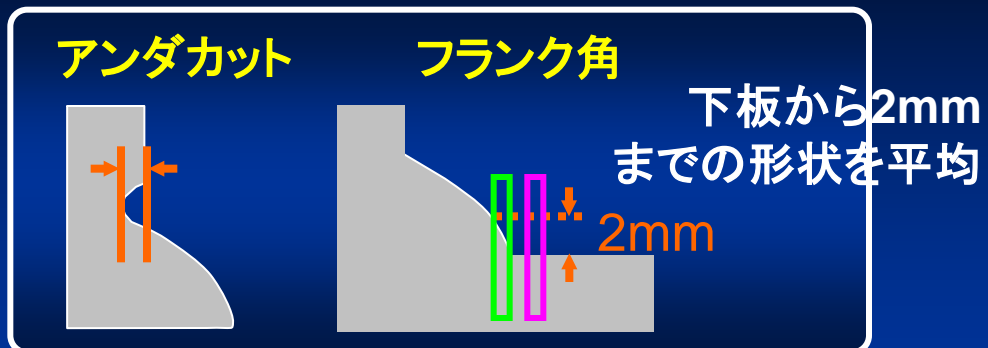
1. ビード形状評価技術の確立
2. 塗装性とビード形状の関係把握
3. ビード形状とスラグ特性の関係把握
4. 諸性能とバランスさせた成分系の抽出
5. 最適成分系の塗装性
6. 現場での溶接作業性評価

1. ビード形状評価技術の確立

レーザ式形状測定器を採用

⇒マクロ切出し無しに定量評価が可能

測定方法の一例



アンダカット (mm)



フランク角 (°)

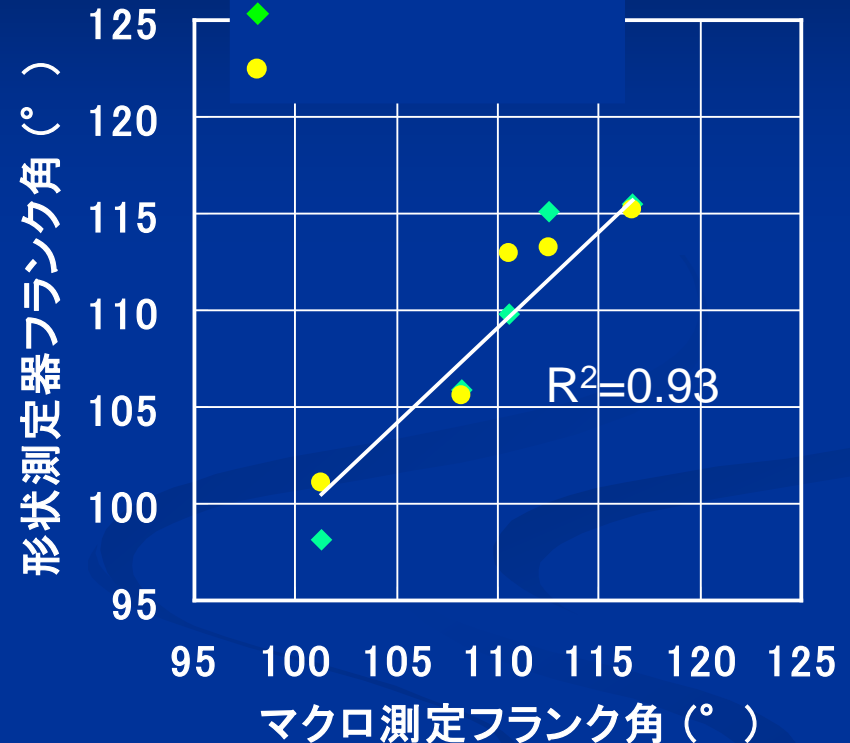
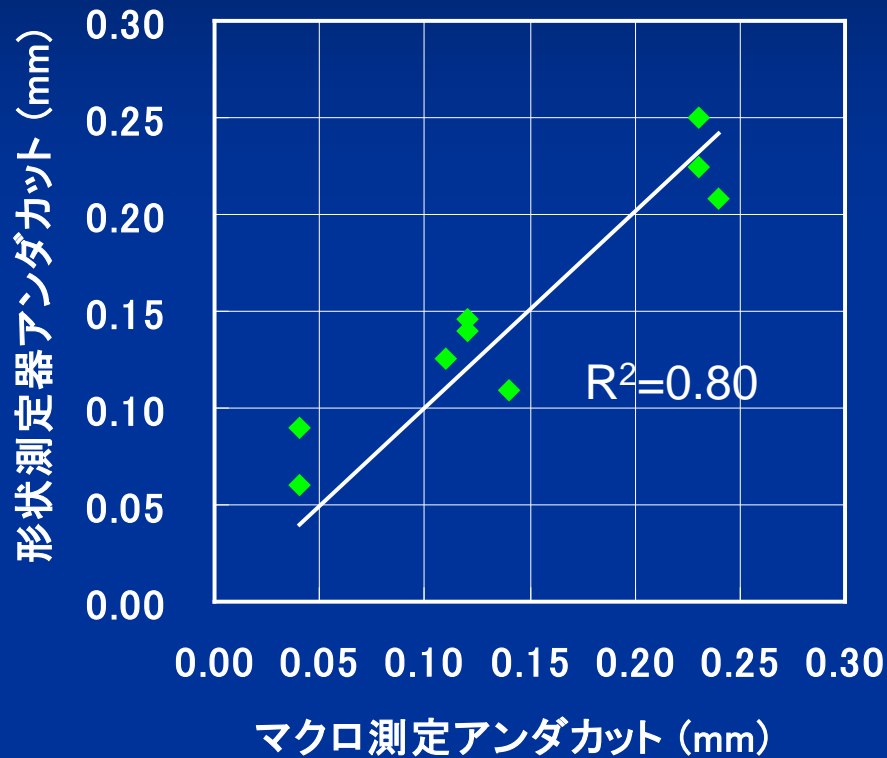


測定開始位置からの距離 (mm)

スライダーとの組み合わせにより、ビード長手方向の形状が評価可能

1. ビード形状評価技術の確立

形状測定器とマクロ測定との比較



- ・形状測定器とマクロ測定との整合性を確認
- ・アンダカット、フランク角の測定には長手方向測定による
平均値を使用

2. 塗装性とビード形状の関係把握



塗料: エポキシ樹脂系塗料
ノバ2000 (赤さび、ライトグレー)

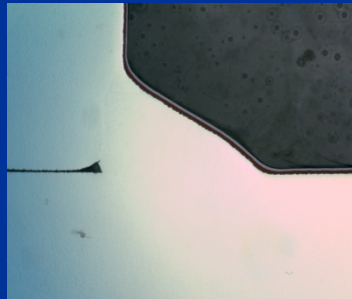
塗装前処理: ショットブラストあり

塗装回数	塗料	規定膜厚	方法	乾燥時間
一層目	赤さび	$\geq 320 \mu\text{m}$	スプレー	24時間以上
二層目	ライトグレー		スプレー	--

アンダカット



標準形状



オーバラップ



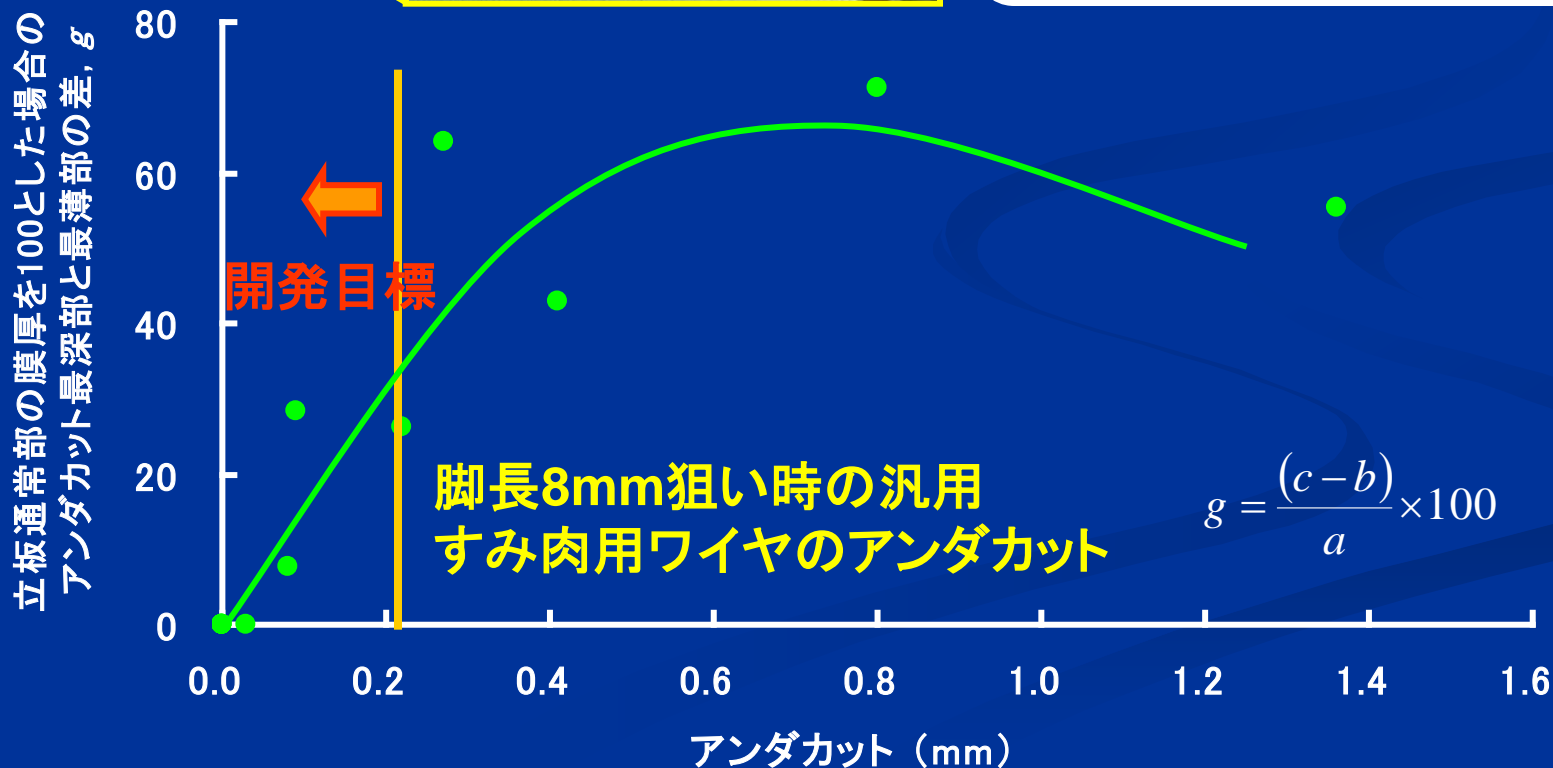
2. 塗装性とビード形状の関係把握

上脚付近の塗装性



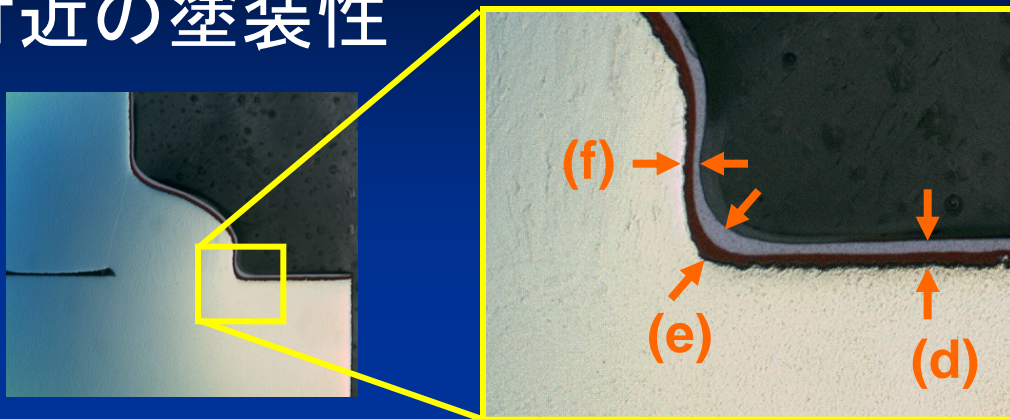
- (a) 立板通常部
- (b) 上脚最薄部
- (c) アンダカット最深部

アンダカット最深部よりも
やや上部が薄くなる



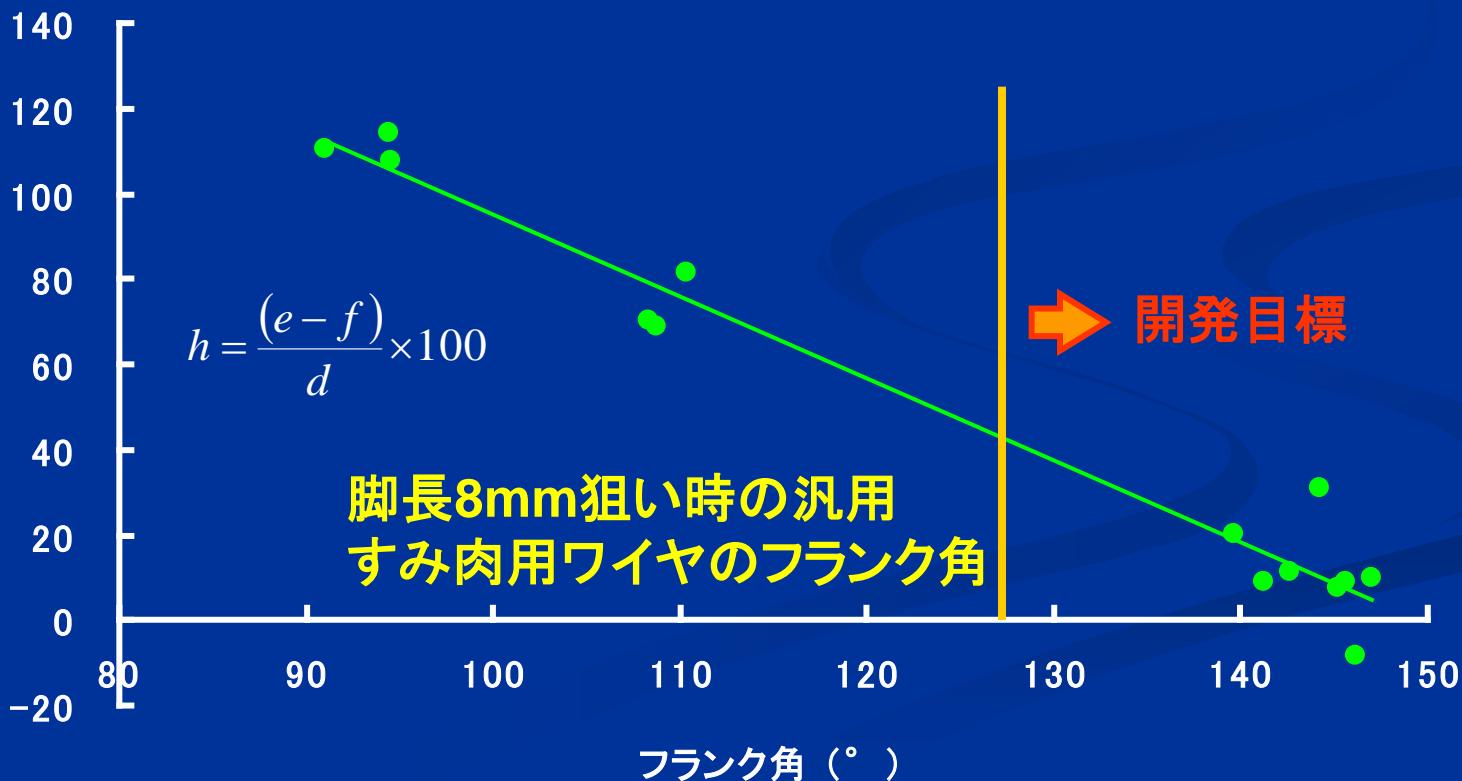
2. 塗装性とビード形状の関係把握

下脚付近の塗装性



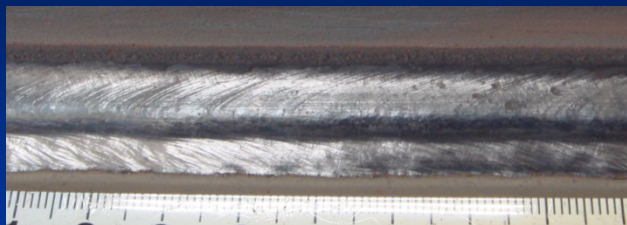
- (d) 下板通常部
- (e) 下脚なじみ部
- (f) 下脚立ち上がり部

下板通常部の膜厚を100とした場合の
なじみ部と立ち上がり部の膜厚の差, h

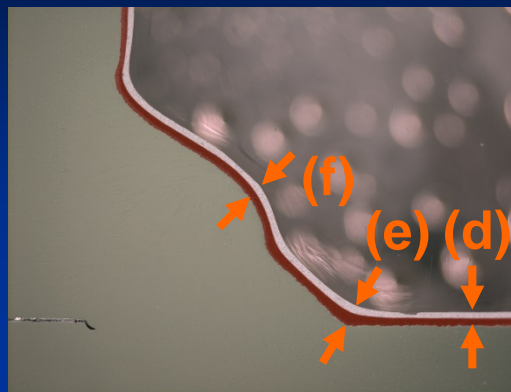


2. 塗装性とビード形状の関係把握

2段形状の塗装性

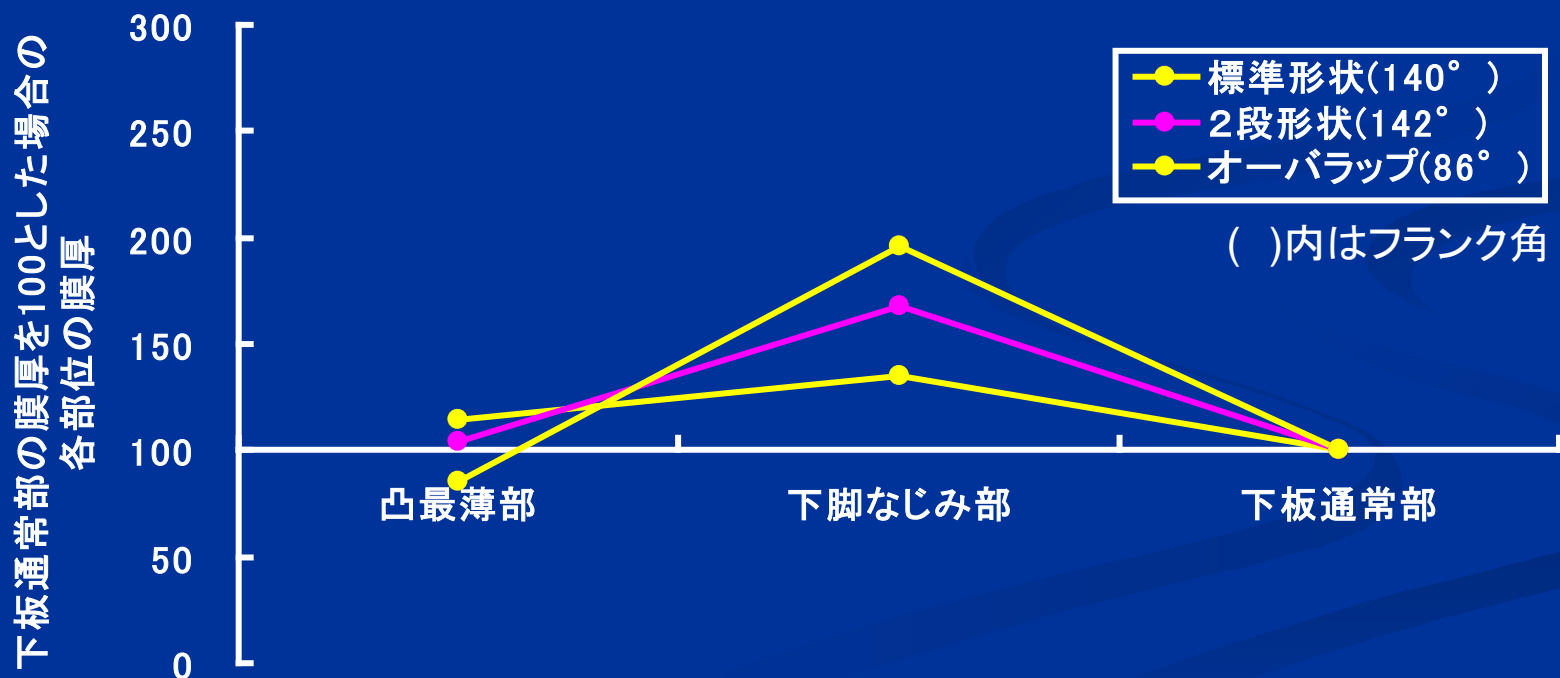


フランク角大きい



下脚部

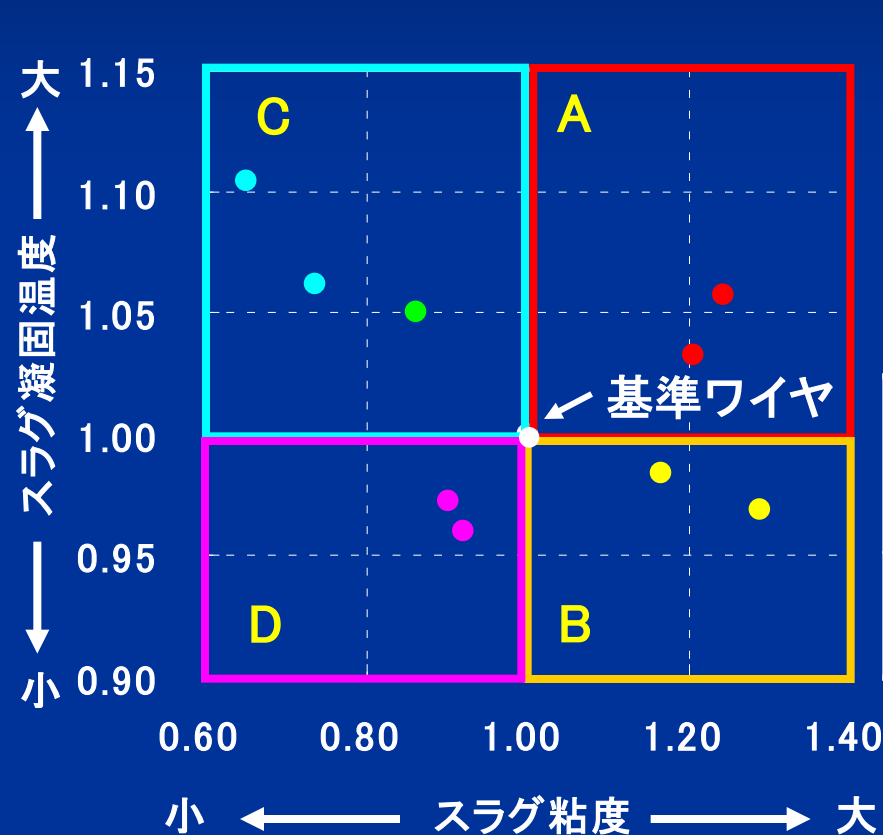
- (d) 下板通常部
- (e) 下脚なじみ部
- (f) 凸最薄部



規定膜厚(320 μ m以上)以上であれば、影響少ない


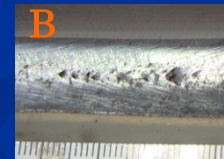
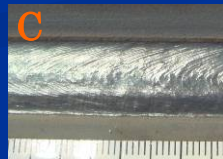
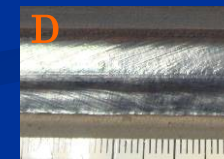
3. ビード形状とスラグ特性の関係把握

基準ワイヤ(当社汎用すみ肉用ワイヤ)をベースにスラグ特性(スラグ粘度、凝固温度)を4つの領域に区分



粘度、凝固温度は基準ワイヤの値を1.00とした

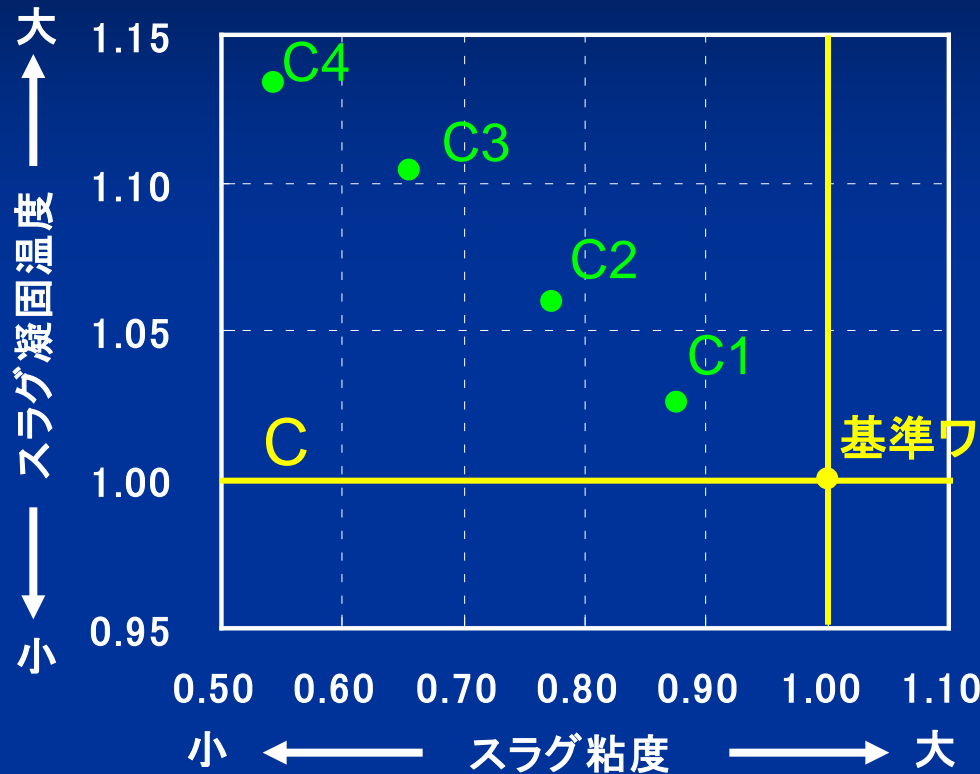


			
形状不良	耐気孔性劣	フラット	2段形状 フランク角大

Cの領域のビード形状が最も良好

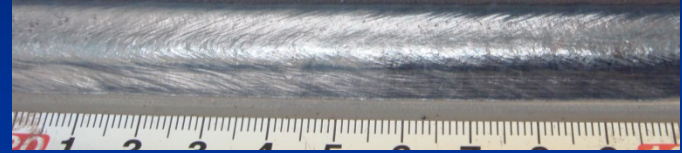
4. 諸性能とバランスさせた成分系の抽出

Cの領域における最適スラグ特性の抽出



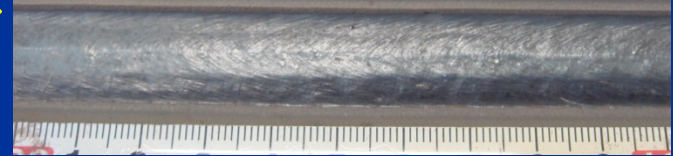
基準ワイヤ

アンダカット: 0.18mm、フランク角: 124°



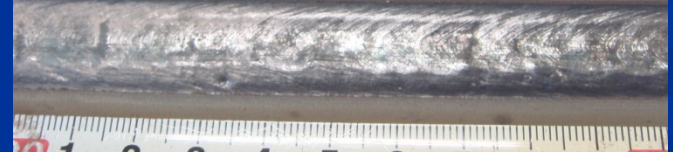
C2~C3

アンダカット: 0.29mm、フランク角: 120°



C4

アンダカット: 0.24mm、フランク角: 116°



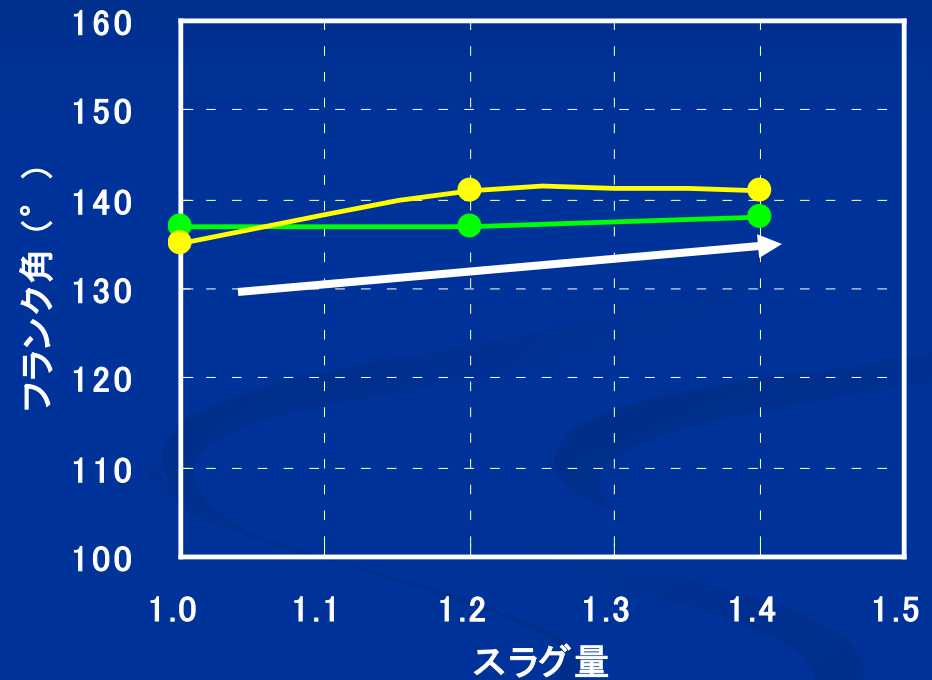
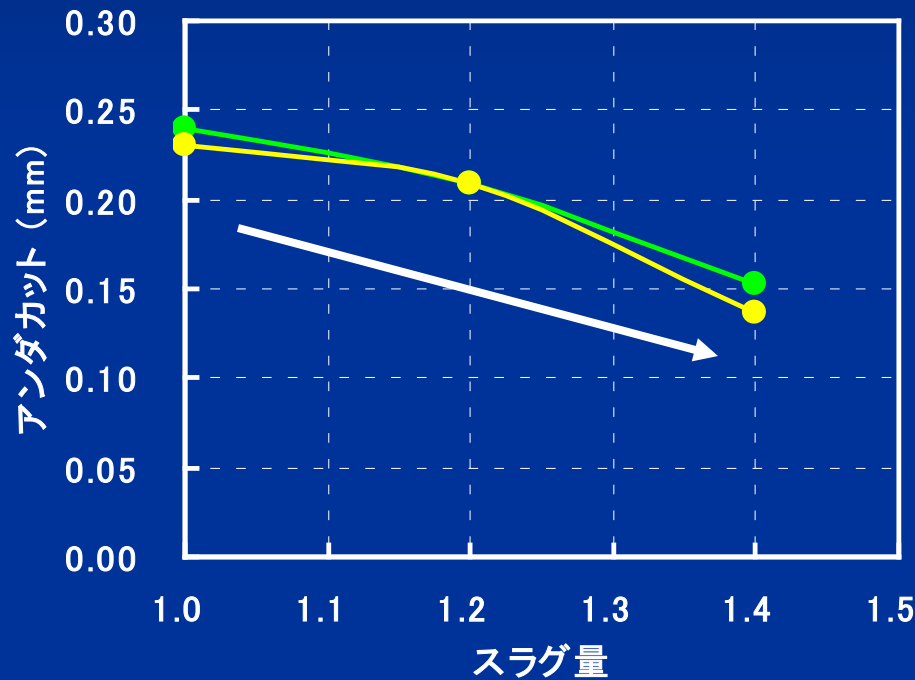
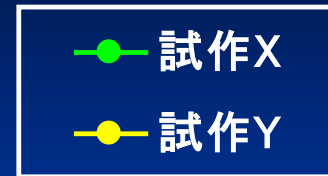
⇒形状やや不安定

スラグ粘度: 0.65~0.82、
凝固温度: 1.01~1.11
で形状がフラットになる傾向

スラグ特性だけの調整ではアンダカットは大きく、フランク角は小さくなる。

4. 諸性能とバランスさせた成分系の抽出

スラグ量とビード形状の関係

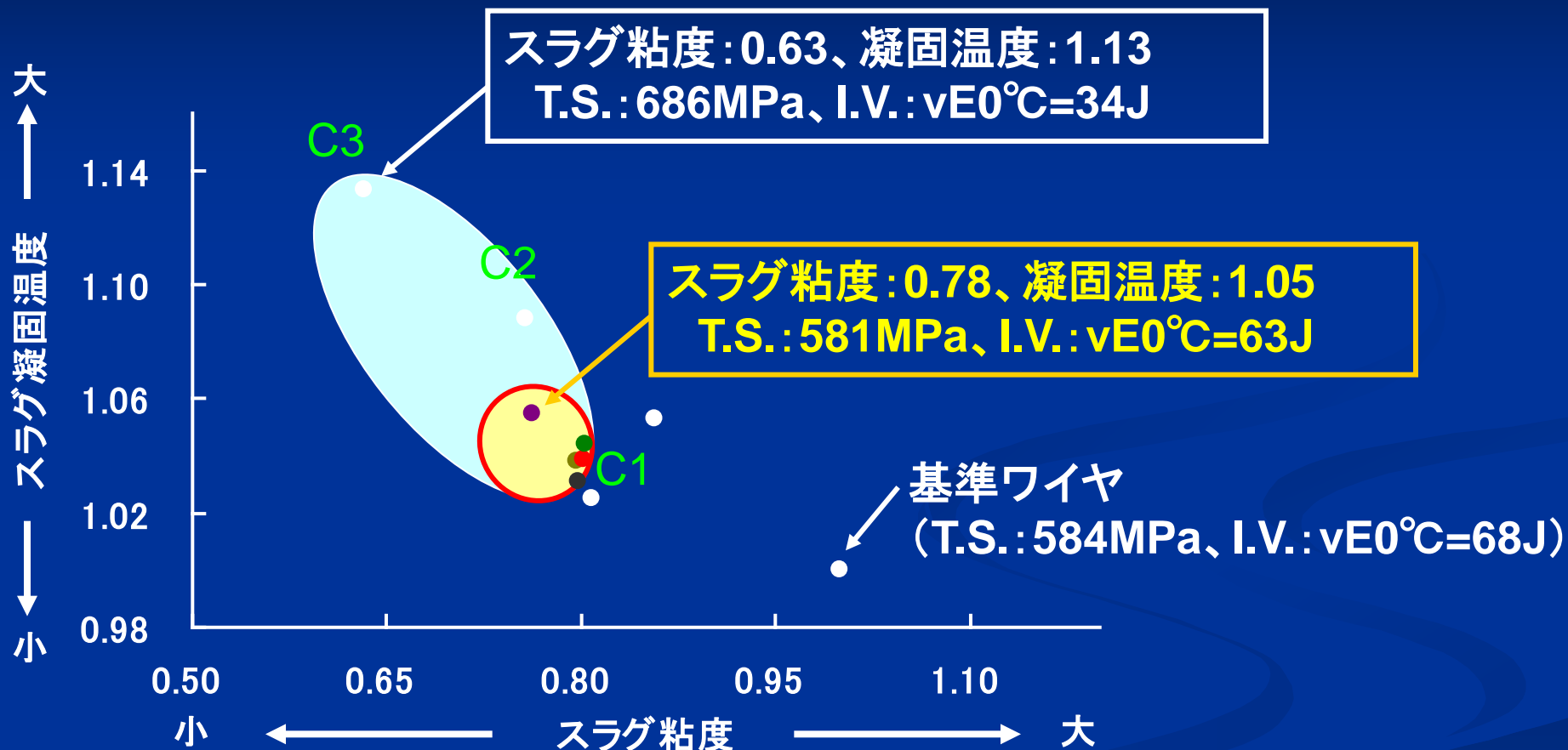


スラグ量の増加により、アンダカットは小さく、
フランクは大きくなる傾向がある。

形状改善にはスラグ量の増加が有効

4. 諸性能とバランスさせた成分系の抽出

機械的性質とスラグ特性のバランス



Cの領域での最適スラグ特性
スラグ粘度: 0.72~0.80、凝固温度: 1.02~1.06

4. 諸性能とバランスさせた成分系の抽出

最適成分系の溶着金属性能

●溶着金属の機械的性質

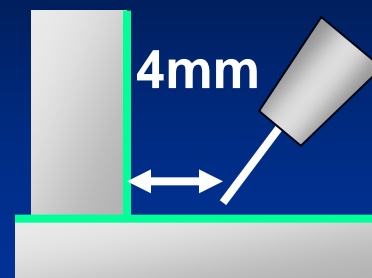
	引張特性				衝撃特性
	耐力 (MPa)	引張強さ (MPa)	伸び (%)	絞り (%)	vE0°C (J)
基準ワイヤ	498	584	25	62	69 (76, 59, 72)
最適成分系	494	581	27	63	63 (60, 62, 66)

●溶着金属の化学成分

	化学成分 (mass%)				
	C	Si	Mn	P	S
基準ワイヤ	0.04	0.61	1.65	0.010	0.006
最適成分系	0.05	0.76	1.61	0.011	0.008

4. 諸性能とバランスさせた成分系の抽出

供試鋼板: プライマ塗布鋼板 (膜厚30 μ m)
溶接条件: 320~340A-34V-300mm/min



●大脚長溶接の一例

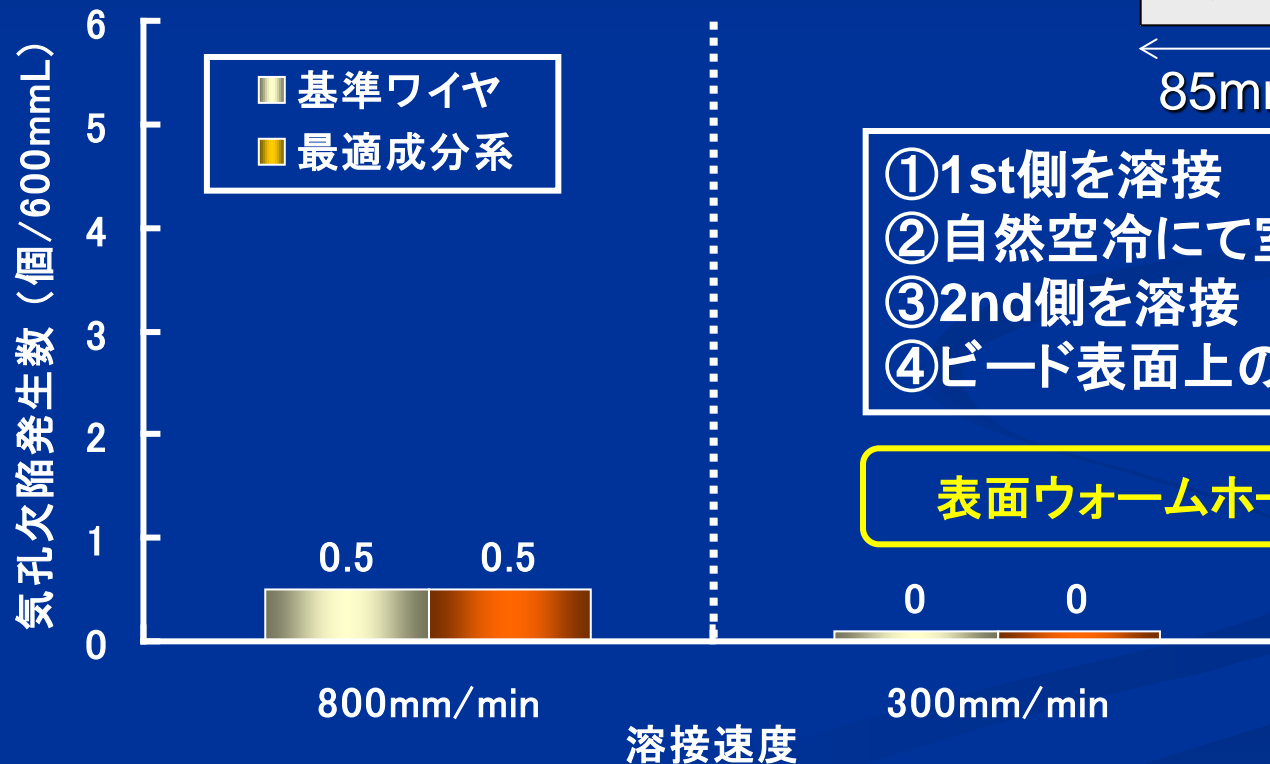
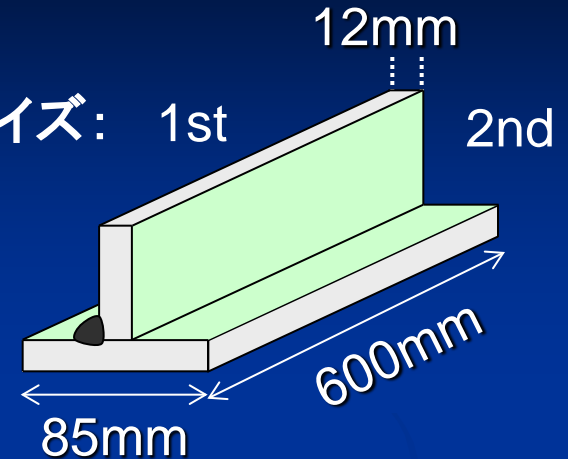
ワイヤ	ビード外観	断面マクロ
基準ワイヤ	アンダカット: 0.21mm、フランク角: 126° 	 9.8 / 9.4
最適成分系	アンダカット: 0.15mm、フランク角: 138° 	 9.5 / 10.0

アンダカット、フランク角も良好でフラットな形状

4. 諸性能とバランスさせた成分系の抽出

最適成分系の耐気孔性

- ・供試鋼板: プライマ塗布鋼板 (KA36相当)
- ・鋼板サイズ: 1st
- ・膜厚: 30 μ m
- ・溶接条件: 320~340A-34V
- ・繰返し数: N=2



- ① 1st側を溶接
- ② 自然空冷にて室温まで冷却
- ③ 2nd側を溶接
- ④ ビード表面上の欠陥数を評価

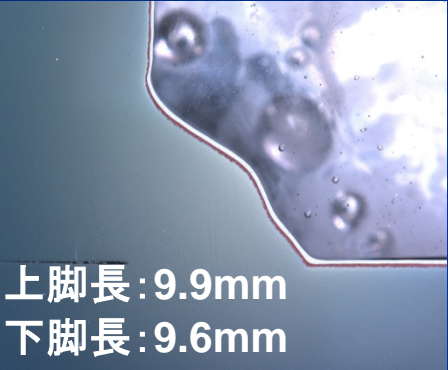
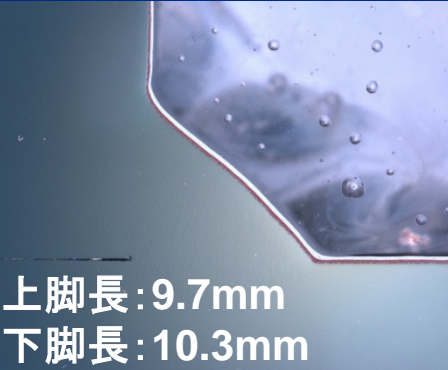
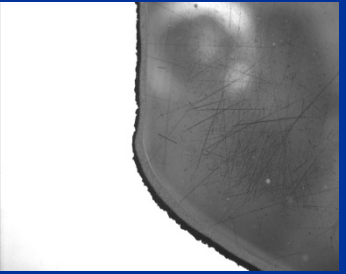
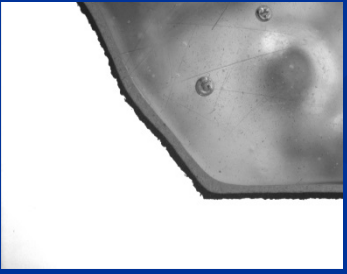
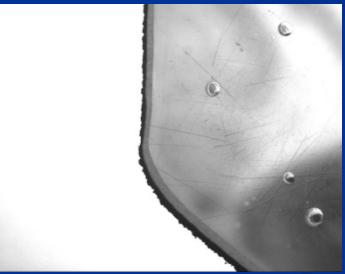

表面ウォームホール発生なし

基準ワイヤと同等レベルの耐気孔性

5. 最適成分系の塗装性

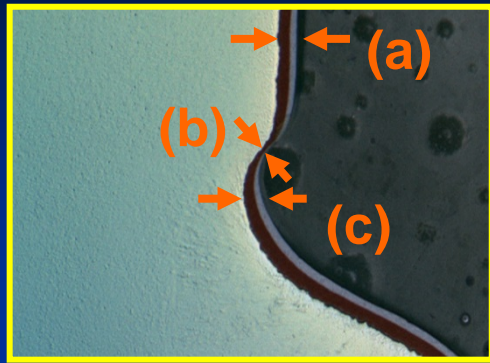
溶接条件: 320~340A-34V-300mm/min

塗料: エポキシ樹脂系塗料 ノバ2000、塗装前処理: ショットブラストあり

	基準ワイヤ		最適成分系	
断面マクロ	 <p>上脚長: 9.9mm 下脚長: 9.6mm</p>		 <p>上脚長: 9.7mm 下脚長: 10.3mm</p>	
				
	上脚部	下脚部	上脚部	下脚部
アンダカット※	0.22mm		0.16mm	
フランク角※	132°		136°	
形状評価	やや2段形状		フラット	

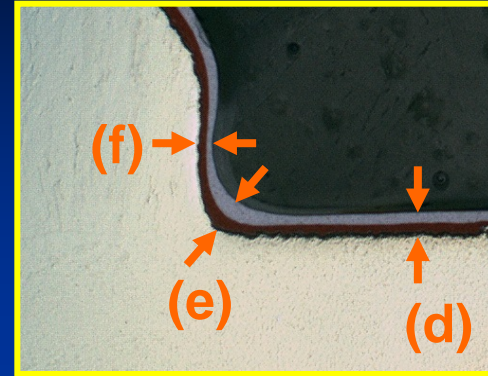
※アンダカット、フランク角はレーザ式形状測定器にて測定した値

5. 最適成分系の塗装性



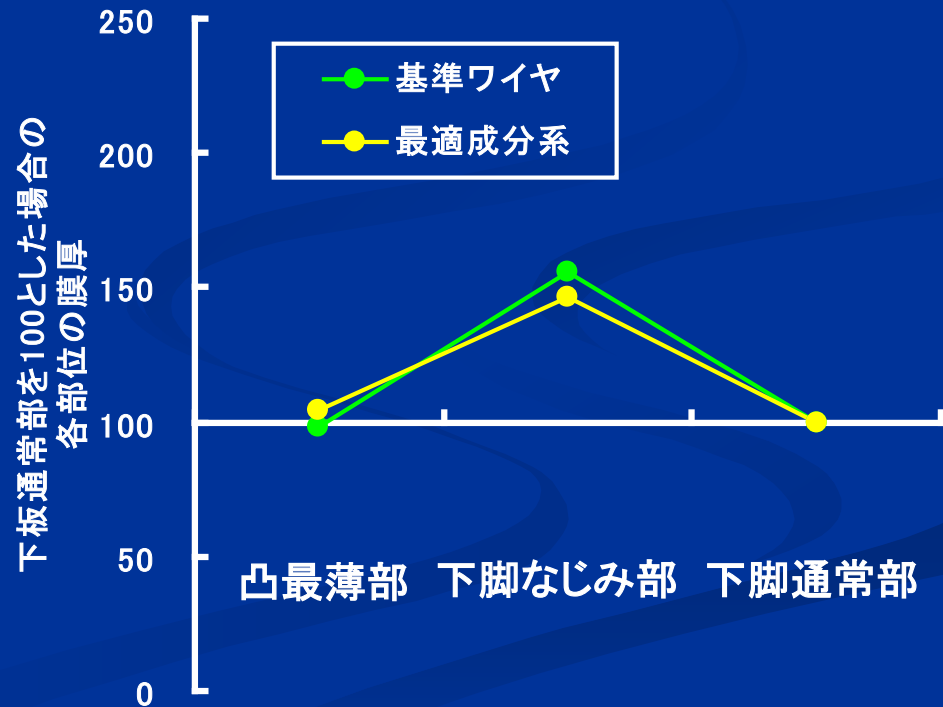
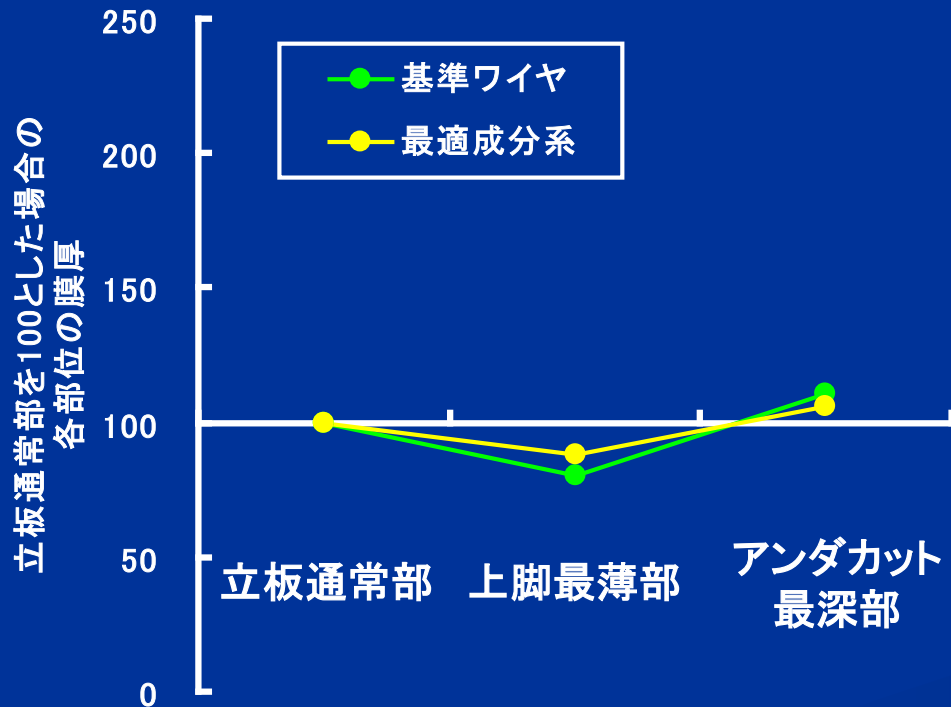
- (a) 立板通常部
- (b) 上脚最薄部
- (c) アンダカット最深部

各部位の膜厚
 $\geq 320 \mu\text{m}$



- (d) 下板通常部
- (e) 下脚なじみ部
- (f) 凸最薄部

各部位の膜厚
 $\geq 320 \mu\text{m}$



2段形状と比較しても塗膜厚さにムラが少ないことを確認

6. 現場での溶接作業性評価



評価日時、場所:

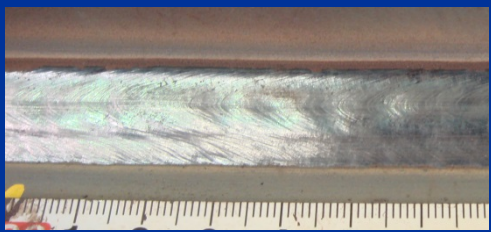
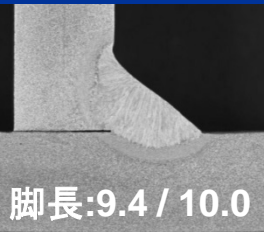

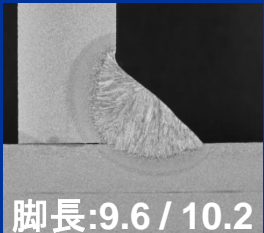
2012年11月15日(木)、(株)新来島どつく
大西工場

溶接台車:

KOIKE ウェルハンディマルチ

溶接条件:

320A-33V-300mm/min

溶接場所	ビード外観	断面マクロ	アンダカット (mm)	フランク角 (°)	ヒューム スパッタ
神鋼 実験室		 脚長:9.4 / 10.0	0.15	138	○
現場評価		 脚長:9.6 / 10.2	0.16	135	○

神戸製鋼所実験室と同等のビード外観が得られることを確認 20

●ビード形状の定量的評価方法の構築

レーザ式形状測定器の採用により、溶接部のマクロの切り出しを行わずに、長手方向の定量評価が可能となった。

●ビード形状と塗装性の関係

色々な形状のビードに実際に塗装を施し、マクロ観察することで、ビード形状が、塗装性に与える影響を明確にした。

●スラグ特性制御によるビード形状改善

スラグの粘度、凝固温度がビード形状に与える影響を把握し、大脚長溶接に有効なスラグの最適特性を抽出した。

まとめ

●フラックス入りワイヤとしての実用化

溶着金属の機械的性質とのバランスを図りながら、ワイヤとしての最適成分系を見出した。

機械的性質とバランスしたスラグの最適特性

スラグ粘度：**0.72~0.80**、凝固温度：**1.02~1.06**

●最適成分系の塗装性

標準品と比較して上脚部、下脚部共に塗膜厚さにムラが少なく、良好な塗装性を有していることを確認した。

●現場での溶接作業性評価

神鋼実験室と同等のビード外観が得られ、アーク安定性、スパッタ発生量といった溶接作業性についても標準品と同等レベルと評価した。

謝辞

本研究開発は、一般財団法人 日本海事協会の『業界要望による共同研究』のスキームにより、同協会の研究支援を受けて実施しております。

本研究開発の遂行にあたり、関係各位の多大なるご支援とご協力を賜りましたことを深く感謝致します。

一般財団法人 日本海事協会
株式会社 新来島どつく
株式会社 神戸製鋼所