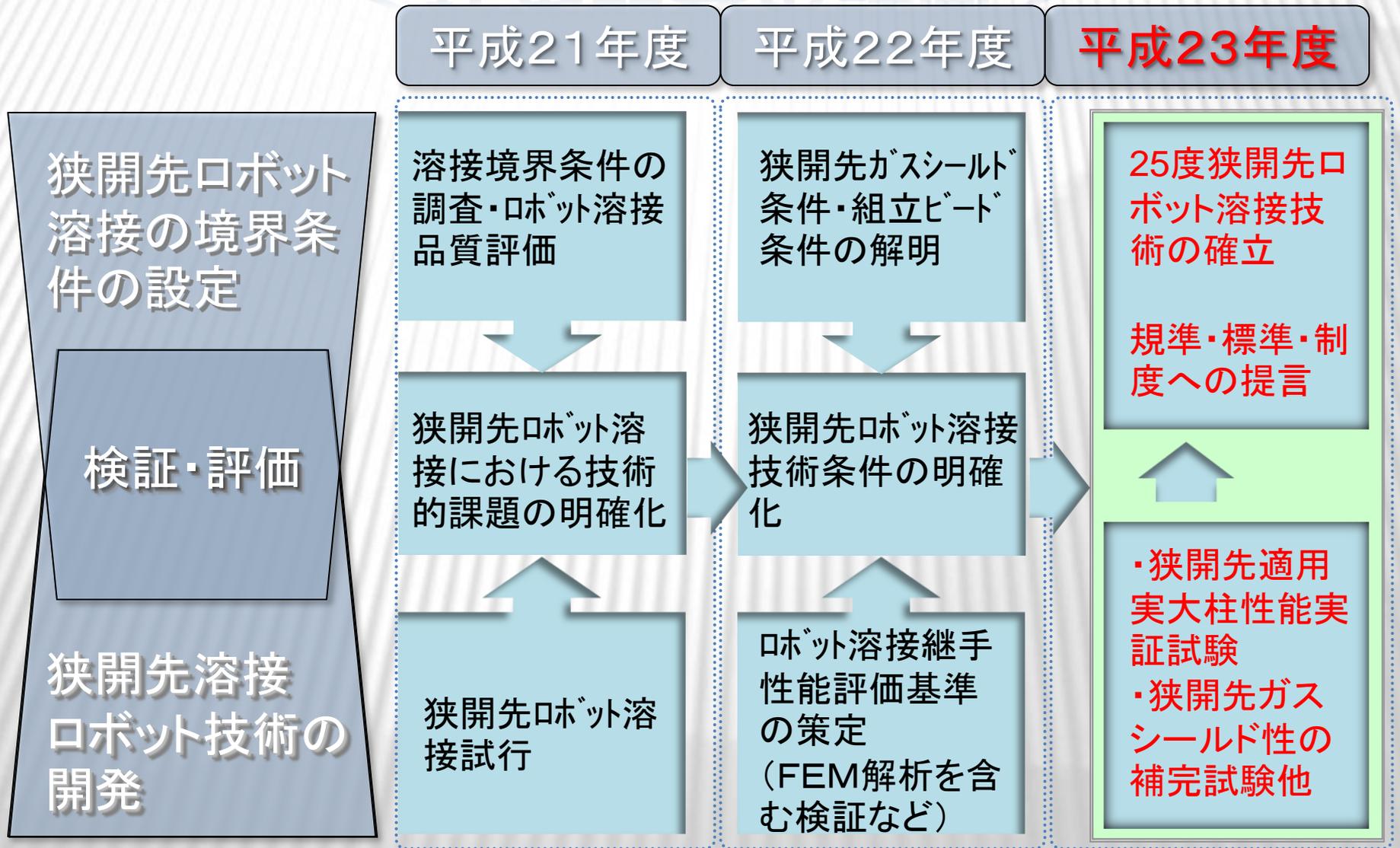


平成23年度 住宅・建築関連先導技術開発助成事業

「鉄骨造建築物の安全性向上に資する 新自動溶接技術の開発」

- ・社団法人 日本鋼構造協会
- ・社団法人 全国鐵構工業協会

<技術開発の計画>



<平成22年度技術開発実施概要(1)>

技術開発項目	実施結果概要																																																																
<p>(1) 溶接境界条件の確立</p> <p>① 再溶融可能な組立溶接ビードの創成条件を確認した。</p>	<p style="text-align: center;">表1. 再溶融可能な組立溶接ビードの創成条件</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="3">開先 角度 (度)</th> <th colspan="2">裏当金形状 (角部面取形状)</th> <th>溶接 ワイヤ</th> <th rowspan="3">ノズル 形式</th> <th rowspan="3">狙い 位置</th> <th colspan="3">組立溶接条件</th> <th rowspan="3">組立ビード 最大高さ (目標)</th> </tr> <tr> <th rowspan="2">形状</th> <th>幅x深</th> <th>種類</th> <th rowspan="2">溶接 電流</th> <th rowspan="2">アーク 電圧</th> <th rowspan="2">溶接 速度</th> </tr> <tr> <th>(mm)</th> <th>径(mm)</th> <th>(A)</th> <th>(V)</th> <th>(cm/min.)</th> <th>(mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">25</td> <td rowspan="2">レ型</td> <td>4x6 or</td> <td>YGW11</td> <td rowspan="2">細径</td> <td rowspan="2">裏当金 ルート部</td> <td>200</td> <td>24</td> <td>40</td> <td rowspan="2">3</td> </tr> <tr> <td>4x9</td> <td>1.2</td> <td>~250</td> <td>~32</td> <td>~50</td> </tr> </tbody> </table>	開先 角度 (度)	裏当金形状 (角部面取形状)		溶接 ワイヤ	ノズル 形式	狙い 位置	組立溶接条件			組立ビード 最大高さ (目標)	形状	幅x深	種類	溶接 電流	アーク 電圧	溶接 速度	(mm)	径(mm)	(A)	(V)	(cm/min.)	(mm)	25	レ型	4x6 or	YGW11	細径	裏当金 ルート部	200	24	40	3	4x9	1.2	~250	~32	~50																											
開先 角度 (度)	裏当金形状 (角部面取形状)		溶接 ワイヤ	ノズル 形式	狙い 位置			組立溶接条件					組立ビード 最大高さ (目標)																																																				
	形状		幅x深					種類	溶接 電流	アーク 電圧		溶接 速度																																																					
		(mm)	径(mm)			(A)	(V)	(cm/min.)			(mm)																																																						
25	レ型	4x6 or	YGW11	細径	裏当金 ルート部	200	24	40	3																																																								
		4x9	1.2			~250	~32	~50																																																									
<p>② 組立溶接ビードの再溶融可能、且つ高温割れ発生防止可能な本溶接条件を検証した。</p>	<p style="text-align: center;">表2. 再溶融及び高温割れ発生防止が可能な組合せ溶接条件(代表例)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="3">開先 角度 (度)</th> <th rowspan="3">溶接 装置</th> <th rowspan="3">裏当金 (角部面取 形状)</th> <th colspan="3">組立溶接条件</th> <th colspan="3">本溶接条件(対象:初層)</th> </tr> <tr> <th>溶接 電流</th> <th>アーク 電圧</th> <th>溶接 速度</th> <th>溶接 電流</th> <th>アーク 電圧</th> <th>溶接 速度</th> </tr> <tr> <th>(A)</th> <th>(V)</th> <th>(cm/min.)</th> <th>(A)</th> <th>(V)</th> <th>(cm/min.)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">25</td> <td rowspan="3">ロボット 溶接機</td> <td>レ 4x6</td> <td>200</td> <td>24</td> <td>40</td> <td rowspan="2">320</td> <td rowspan="2">35</td> <td rowspan="2">29~50</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">レ 4x9</td> <td>250</td> <td>32</td> <td rowspan="2">40~50</td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>24</td> <td>280</td> <td>32</td> <td>23~39</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">備考</td> <td colspan="2">(a) 溶接ワイヤ</td> <td colspan="3">YGW11 φ 1.2mm</td> <td colspan="3">YGW18 φ 1.2mm</td> </tr> <tr> <td colspan="2">(b) トーチ(ノズル)</td> <td colspan="3">細径ノズル</td> <td colspan="3">改良トーチ(ノズル)</td> </tr> <tr> <td colspan="2">(c) その他</td> <td colspan="3">目標ビード高さ: max.3mm</td> <td colspan="3">パス間温度: max.250℃</td> </tr> </tbody> </table>	開先 角度 (度)	溶接 装置	裏当金 (角部面取 形状)	組立溶接条件			本溶接条件(対象:初層)			溶接 電流	アーク 電圧	溶接 速度	溶接 電流	アーク 電圧	溶接 速度	(A)	(V)	(cm/min.)	(A)	(V)	(cm/min.)	25	ロボット 溶接機	レ 4x6	200	24	40	320	35	29~50	レ 4x9	250	32	40~50	200	24	280	32	23~39	備考	(a) 溶接ワイヤ		YGW11 φ 1.2mm			YGW18 φ 1.2mm			(b) トーチ(ノズル)		細径ノズル			改良トーチ(ノズル)			(c) その他		目標ビード高さ: max.3mm			パス間温度: max.250℃		
開先 角度 (度)	溶接 装置				裏当金 (角部面取 形状)	組立溶接条件			本溶接条件(対象:初層)																																																								
						溶接 電流	アーク 電圧	溶接 速度	溶接 電流	アーク 電圧	溶接 速度																																																						
		(A)	(V)	(cm/min.)		(A)	(V)	(cm/min.)																																																									
25	ロボット 溶接機	レ 4x6	200	24	40	320	35	29~50																																																									
		レ 4x9	250	32	40~50																																																												
			200	24		280	32	23~39																																																									
備考	(a) 溶接ワイヤ		YGW11 φ 1.2mm			YGW18 φ 1.2mm																																																											
	(b) トーチ(ノズル)		細径ノズル			改良トーチ(ノズル)																																																											
	(c) その他		目標ビード高さ: max.3mm			パス間温度: max.250℃																																																											

<平成22年度技術開発実施概要(2)>

技術開発項目		実施結果概要			
(2) 開先組立条件の明確化 「狭開先ロボット溶接適用継手部の組立精度に関する管理許容差(案)」 狭開先ロボット溶接適用継手部の組立精度の管理許容差について、狭開先であることの厳格性と現状調査結果を基に策定した管理標準(案)を策定した。		表3. 継手部の組立精度に関する管理許容差(案)			
		管理項目		管理標準(25度狭開先)試案	
		管理値または目標範囲		35度開先管理値*	
		備考			
i	ベベル角度	±1度		±1度	
ii	開先角度	目標範囲	24～27度	管理値だけではなく目標値を設定	—
		管理値(適用範囲)	±2度		±2度
iii	ルートフェイス	1mm以下		1mm以下	
iv	ルートギャップ(下向溶接)	目標範囲	5～8mm	管理値だけではなく目標値を設定	—
		管理値(適用範囲)	4～10mm		4～10mm
v	同一継手内のルートギャップ差	4mm以下		4mm以下	
vi	ダイアフラムと裏当金の間隙(肌隙)	1mm以下		1mm以下	
vii	直角度	1/400以下		1/400以下	
viii	組立溶接ビードの高さ		3mm以下	3mmを超え、5mm以下についても検討	3mm以下
	テーパ付裏当金を使用する場合の面取形状	4mmx6mm or			—
		4mmx9mm			
* : 鉄骨工事技術指針・工場製作編(日本建築学会 2007. 4)					

<平成22年度技術開発実施概要(3)>

技術開発項目

実施状況

(3)狭開先ロボット溶接 における柱材の性能評価

(3)-1 接合部試験体による 破壊実験

➢実験はコラムダイアフラム溶接接合部をモデル化した部分断面試験体とし、三点曲げの正負交番の繰り返し载荷とした。

➢コラム内面側（開先底）は、その発生する応力状態が低いことから当該部に万が一欠陥が存在するとしても破壊の起点にならないことが予測される。

➢本試験体（溶接部開先底部人工欠陥高さ条件：6mm狙い試験体）の5mm程度の大きさでは影響が見られず、破壊の起点とならなかった。

➢コラムにおける開先底部は、その発生応力状態から、延性亀裂発生条件に達せず、3mm程度の初層部欠陥は溶接継手部の強度特性に影響しない可能性が高い。



写真1. 試験状況

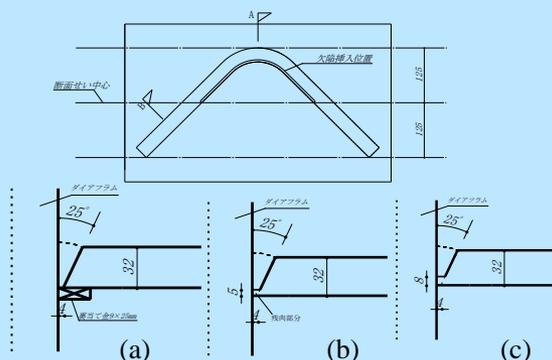


図1. 溶接欠陥作成位置及び開先形状

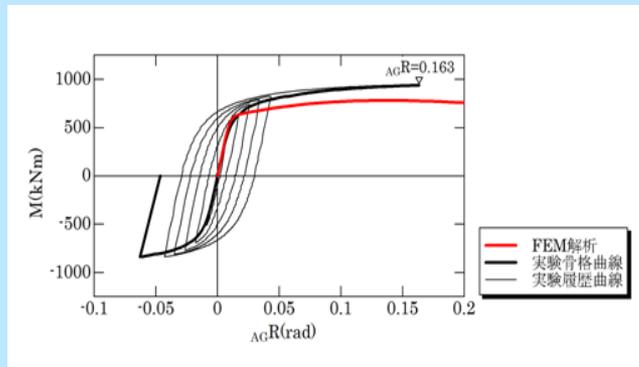


図2. MR関係の解析値と実験値の比較

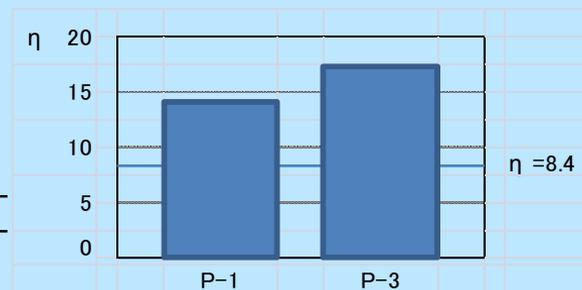


図3. 延性亀裂発生後に脆性破壊

<平成22年度技術開発実施概要(3)>

技術開発項目と実施概要

実施状況

(3)-2 実大試験体の製作

➤開発したトーチ（ノズル）を使用し、検証を行った組立溶接及び本溶接（1～2層目）の条件を適用して、実大試験体を製作した。

➤【裏当金】

- ・ 面取量：4mm×6mm
（コラム軸方向×裏当金厚方向）
- ・ 裏当金素材：9mm厚×25mm幅カドピタ
- ・ 面取範囲：組立溶接部に相当する部分

➤【本溶接1～2層目】

- 1) 溶接機：ロボット溶接機
- 2) 溶接ワイヤー：YGW18, 1.2mmφ
- 3) 溶接条件：電流：320A, 電圧：34.5V,
速度：30～50cm/min
（入熱 $\leq 30\text{kJ/cm}$, パス間温度 $\leq 250^\circ\text{C}$ ）
- 4) ガス流量：25 l/min
- 5) ワイヤー突出し長さ：25mm
- 6) ノズル：改良ノズル
- 7) 運ウィーピング幅：ルートギャップ-2mm
- 8) 傾斜角：12.5度
- 9) 後退角：0度
- 10) ノズル母材間距離：42mm



写真2. 溶接状況

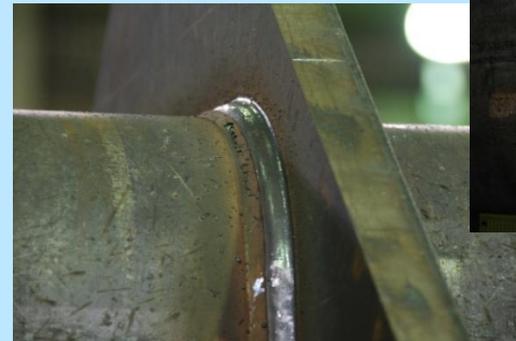


写真4. コーナー部のビード



写真3. 平坦部のビード

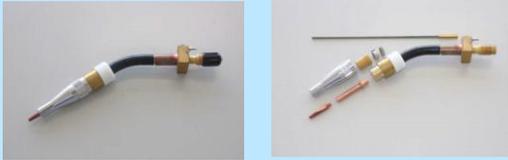
<平成22年度技術開発実施概要(4)>

技術開発項目

(4) 狭開先ロボット溶接の 実用化技術の開発

試作した溶接トーチ（ノズル）の中から、シュリーレン試験でシールドガスの安定した層流域の長いものを選定し、平板の溶接試験を行い、25度狭開先部に対して良好なガスシールド性を確認した。

表4. 試作トーチ（ノズル）の例

A1号試作溶接トーチ(ノズル)		
ノズル内径11.5mmφ		
		
20L/min	25L/min	30L/min
		

実施状況

試作した溶接トーチ（ノズル）を使用して、実物大のコラム（モデル）の溶接を行い、ガスシールド性、耐久性等が確認できた。



写真5. セット状況



写真6. コーナー部ビード詳細

研究成果の对外発表状況

2011年度 日本建築学会大会（関東）にて10編を発表の予定

<平成23年度技術開発テーマ>

技術開発項目	実施内容
(1) 溶接境界条件の確立	①ルートギャップ寸法とガスシールド性の確認 ②シールドガス整流方式によるガスシールド性の確認
(2) 開先組立条件の明確化	①コラム試験体における組立ビード再溶融状態、 高温割れ状況、継手部機械的性質調査 ②再溶融可能な組立ビード条件における部材 ハンドリング強度の検討 ③狭開先における高温割れ防止条件の検討
(3) 狭開先ロボット溶接に おける柱材の性能評価	①開先ルート部の溶接品質、継手部品質が与える 柱保有耐力性能への影響評価 ②コラム・ダイアフラム接合部の余盛高さ条件の設定 ③BCP325、BCR295実大柱試験体による柱保有耐力 性能の評価 ④ロボット溶接適用溶接部の超音波探傷検査の 精度の検証と条件の設定
(4) 狭開先ロボット溶接の 実用化技術の開発	①25度狭開先ロボット溶接を適用した柱の製作精度 及び製作能率の評価 ②25度狭開先ロボット溶接を適用した柱製作時の環境 (CO2使用量) への影響評価

<実用化・市場化の見通し>

<実用化>

- ・ 25度狭開先溶接の基礎的な技術知見を蓄積
- ・ 汎用性の高い非接触多関節ロボット溶接装置に適用する技術として確立
- ・ マニュアルを作成し、普及の基盤整備も実施

<市場化>

- ・ 25度狭開先ロボット溶接市場化基盤整備を目的に、鉄骨製作に関連する基準・標準・制度への反映提言を行う

- ・ 建築学会建築工事標準仕様書
- ・ 建築学会 鉄骨工事技術指針・工場製作編
- ・ 日本鋼構造協会「溶接開先標準（JSS I 03-2005）」
- ・ 冷間成形角形鋼管 設計・施工マニュアル
- ・ 建築鉄骨ロボット溶接オペレータ認証制度
- ・ 建築鉄骨溶接ロボット型式認証制度 等