

## 25度狭開先における組立溶接と本溶接初層の適正施工条件 (その1)

—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 (その3)—

25度狭開先      ロボット溶接      冷間成形角形鋼管  
組立溶接      再溶融      高温割れ

正会員    ○松村 浩史\*1      同 中野 達也\*2  
同      高木 峻一\*3      同 新田 泰弘\*2  
同      渡邊 一夫\*4

## 1. はじめに

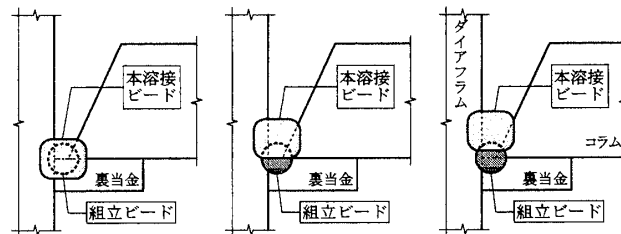
前報その2の調査により、裏当て金形状を工夫することなく、溶接条件だけで組立溶接の余盛高さを3mm以下とすることは非常に困難であることが明らかになった。組立溶接ビードを研ることも選択肢としては有り得るが、施工効率を考えると現実的では無い。

一方で、余盛高さの目安としている3mmの妥当性は検討されておらず、本溶接初層による組立溶接ビードの再溶融性を確認する必要がある。ただし、再溶融性を高めることは、狭開先化で最も懸念される耐高温割れ性を低下させることが考えられ、これらの相反する性能を両立させるための適正条件を明らかにする必要がある。そこで、本研究では、本溶接初層の必要条件を次のように定めた。

- [1] コラム板厚内の組立溶接ビードを再溶融すること。
- [2] 高温割れが発生しないこと。
- [3] 超音波探傷検査で不合格欠陥が検出されないこと。

[1]について、再溶融の解釈を図1に示す。本来の精神はCase1のように組立溶接ビード全体を完全に再溶融することである。しかし、今回対象としているコラムー通しダイアフラム接合部では、本溶接初層部分に当たるコラム内側は、ポアソン比効果による面外曲げの影響により、外側に比べて応力・歪状態が緩和されることが明らかにされている<sup>2)</sup>。従って、今回はCase2のように裏当て金内に組立溶接ビードが残留することは許容し、コラム板厚内の組立溶接ビードを再溶融することを目標とした。

本報その3～4では、まず、ルートギャップ4mmで組立溶接ビードの余盛高さが3～4mmであった組立溶接条件を対象として、本溶接初層の耐高温割れ性と再溶融性を施工実験により調査する(その3)。次に、組立溶接の実施工を行った上で本溶接初層の施工実験を行って、25度狭開先ロボット溶接のための組立溶接および本溶接初層の適正施工条件を明確化する(その4)。



Case1: 完全再溶融    Case2: コラム板厚内再溶融    Case3

図1 組立溶接ビードと本溶接初層ビード

## 2. 施工実験概要

組立溶接施工はトーチの移動速度制御機能を備えた自動溶接装置で行い、本溶接初層施工はロボット溶接機で行った。図2に試験体形状を示す。鋼材には板厚32mm (SN490B)を使用し、試験体の構成は(その2)と同様である。ルートギャップは4mmとした。実験パラメーターは、組立溶接の有無と本溶接条件である。

組立溶接ありの試験体は、ルートギャップ4mmで組立溶接ビードの余盛高さが3～4mm程度であった条件を選定した。すなわち、裏当て金に図3に示すレ-4×6を使用し、組立溶接条件は250A, 32V, 47cm/minとした。組立溶接なしの試験体は、裏当て金にFB-9×25を使用した。組立溶接施工は(その2)と同条件とした。裏当て金の面取り加工およびその部分の組立溶接は全長に行い、裏当て金とコラム想定板の組立溶接も全線で行った。

表1に本溶接条件を示す。溶接電流を280, 320, 350Aとし、アーク電圧をそれぞれ32, 35, 37Vとした。溶接速度は目標のど厚を4, 6, 8mmに設定し、溶接電流およびアーク電圧に合わせて設定した。本溶接初層施工について、溶接ワイヤーにはYGW18-1.2mm $\phi$  (MG-56R)を使用した。ノズルには内径15mmのストレートノズル

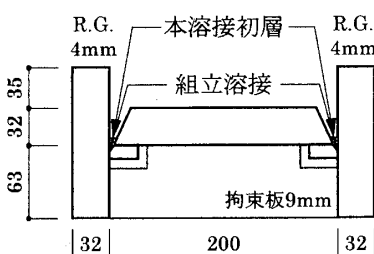


図2 試験体形状

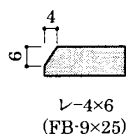


図3 裏当て金

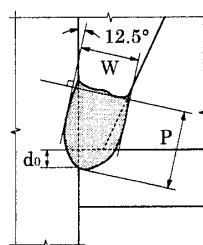


図4 測定位置

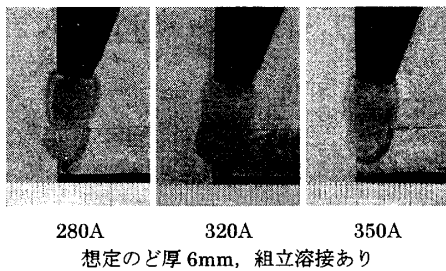
表1 本溶接初層条件

開先形状		本溶接			
G.A (度)	R.G. (mm)	溶接電流 (A)	アーク電圧 (V)	溶接速度 (cm/min)	想定のど厚 (mm)
25	4	280	32	66	4
				39	6
				28	8
		320	35	77	4
				50	6
				33	8
		350	37	91	4
				57	6
				38	8

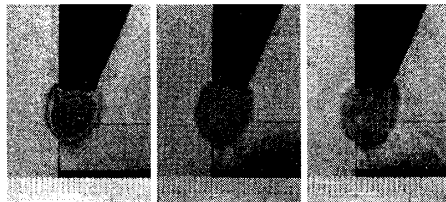
Boundary conditions of assembly welding and initial robotic arc welding in 25 degree acute bevel groove (Part 1)

- Technical development of automatic arc welding for advancing structural safety of steel building (Part 3) -

MATSUMURA Hiroshi, NAKANO Tatsuya, TAKAGI Shunichi, NITTA Yasuhiro, WATANABE Kazuo



想定のと厚 6mm, 組立溶接あり



想定のと厚 6mm, 組立溶接なし

写真 1 マクロ組織の一例

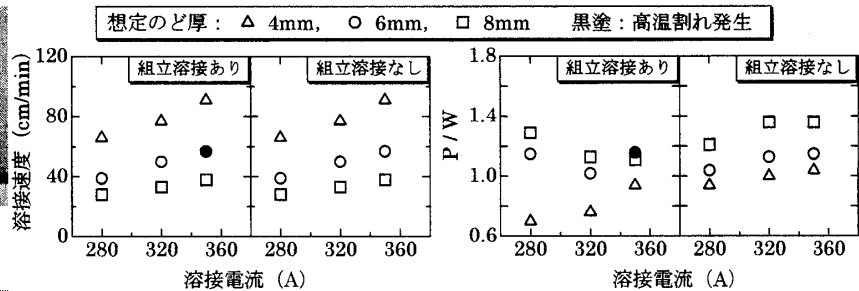


図 5 高温割れ発生状況

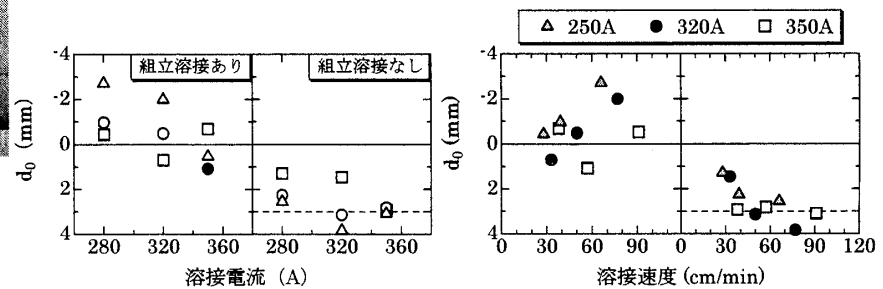


図 6 再溶融状況

を使用し、ワイヤー突出し長さを 25mm, ノズル母材間距離を 40mm とした。溶接姿勢は下向きとし、傾斜角を 12.5 度, 前進・後退角は 0 度とした。運棒については、狙い位置をルートギャップ中央とし、ウィービング幅はルートギャップから左右 1mm ずつの計 2mm を差し引いた幅とした。ひとつの溶接線上において、溶接長 140mm ピッチで溶接速度を変更した。

### 3. 実験結果および考察

写真 1 にマクロ組織の一例を示す。各溶接条件の溶接線中央断面を対象としてマクロ試験を行った。本溶接後のビード形状は、図 4 に示す要領でマクロ組織を画像解析により測定した。組立溶接の余盛高さは、組立溶接後に開先内の型取りを行ったシリコンレプリカを画像解析により測定した。

図 5 に高温割れ発生状況を示す。組立溶接あり試験体の 350A, 37V, 57cm/min で高温割れが確認された。この溶接条件以外では、マクロ断面から高温割れは確認されず、外観からも表面貫通欠陥は見られなかった。高温割れ発生の評価指標として P/W が古くから用いられており、一般的には 1.1 程度を超えると高温割れが発生すると言われている。しかし、今回の実験では P/W が 1.4 程度の場合でも高温割れは確認されなかった。

図 6 に再溶融状況を示す。d0 は図 4 に示した通り、コラム下面とダイアフラムの交点から本溶接初層ビードが裏当て金側へ溶込んでいる深さであり、 $d_0 \geq 0$  の場合にコラム板厚内再溶融が成されていると判定できる。なお、図の縦軸は深さを表現するために下向きを正としている。また、以降図 8 まで、凡例が無表記の場合は、図 5 と共通である。組立溶接あり試験体の結果を見ると、再溶融が成されていたのは 3 ケースのみであり、その内 1 ケースは高温割れを発生したことがわかる。一方で、組立溶接なし試験体の結果を見ると、350A の場合には想定のと厚による差はほとんど見られないが、280, 320A では想定

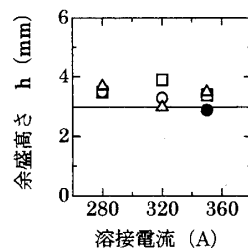


図 7 余盛高さ

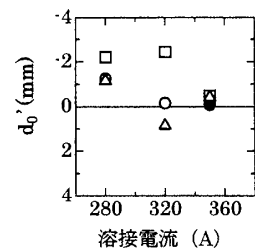


図 8 溶込深さの比較

ど厚が小さいほど、すなわち、溶接速度が速いほど  $d_0$  が大きいことが確認できる。

ここで、図 7 に組立溶接ビードの余盛高さを示す。余盛高さは 2.9 ~ 3.9mm であった。マクロ組織を比較すると、本溶接初層部分のビード形状は、組立溶接の有無によらずほぼ同形状であり、本溶接初層ビードが組立溶接ビードにより底上げされている状況が観察された。そこで、図 8 に組立溶接なし試験体の  $d_0$  から余盛高さ  $h$  を引いた  $d_0'$  を示す。組立溶接あり試験体の  $d_0$  とは対応しておらず、溶込深さには組立溶接ビード形状やウィービング幅なども影響していると思われる。

### 4. まとめ

施工実験の結果から、ルートギャップ 4mm で組立溶接の余盛高さが 3 ~ 4mm 程度である場合、高温割れ防止とコラム板厚内再溶融を両立した条件は 320A 前後の極めて狭い範囲の溶接条件であることが判明した。ただし、(その 2) における溶接技能者による組立溶接の施工実績から、もう少し溶接速度を速くできることがわかっている。従って、(その 4) では余盛高さ 3mm 以下を狙って組立溶接を行った上で、本溶接初層の調査を実施することとした。

【参考文献】(その 2) にまとめて示した。

\*1 神戸製鋼所, \*2 宇都宮大学, \*3 巴コーポレーション (元 宇都宮大学大学院生), \*4 ニッテツコラム

\*1 KOBE STEEL, \*2 Utsunomiya Univ., \*3 TOMOE Corporation, \*4 Nittetsu Column