

スカラップ底補強溶接工法による柱梁接合部の 変形能力向上 (その1 試験方法)

スカラップ 柱梁接合部 塑性変形
H型鋼 アーク溶接 応力集中

1. 現状の課題

鉄骨ラーメン構造において地震時のエネルギーを塑性変形にて吸収するためには、柱梁接合部の設計・品質が重要であることは周知である。既往の研究において、変形能力を低下させる要因として、(1)応力集中が梁端溶接部となる接合ディテール、(2)溶接部の強度・靱性不足、(3)スカラップ底に作用する応力集中¹⁾、(4)裏当て金や鋼製エンドタブの存在によるスリットへの応力集中等が挙げられている。

これらを改善すべく、(1)梁フランジの拡幅あるいはドッグボーン様式、(2)540N/mm²級溶接ワイヤの適用ならびに入熱・パス間温度管理、(3)接触角の小さい改良スカラップ形状またはノンスカラップ工法などが開発された²⁾。これらは鉄骨工事技術指針にも採用され、実用化されている。

しかし、これらは完工済み建築物の耐震性向上策としては適用困難であり、設計時に配慮が必要である。

これらの要因の中でもスカラップ底の悪影響度が高いことが知られ、ノンスカラップ工法が最善とされている。しかし、近年、運搬性向上、製作コスト低減を目的として現場建方で梁端を取付けるノンブラケット工法が増えており、本工法では天地反転での溶接作業が出来ないため、下フランジにはノンスカラップ工法は採用できない問題がある。

2. 研究の目的

本研究ではスカラップ底の問題について改めて着目し、現在普及しているJASS・6スカラップを採用した柱梁接合部の塑性変形能力を向上し、さらにはノンブラケット現場接合工法や完工済・途中の建築物にも耐震補強工法としても活用できる施工法として、スカラップ底廻りを溶接肉盛補強する「スカラップ底補強溶接工法」を開発したので、これらの効果を実大実験試験体にて確認した。

3. スカラップ底補強溶接工法の概要

現在汎用的に用いられているスカラップ形状を図1に示す。フランジとの接触角は昔は直角であったが、応力集中を減らすために改良後は止端半径 $r_2 \geq 10\text{mm}$ とされている。

これに対し補強溶接工法を適用したディテールを図2に示す。スカラップ補強溶接工法の特徴(1)~(3)と改善機構の狙い(4)~(6)を列記する。

- (1)梁端開先溶接を行った後に施工する。
- (2)肉盛の多層すみ肉溶接である。
- (3)現場溶接可能である。
- (4)スカラップとフランジの境界にかかる応力集中に対して、肉厚を増し剛性を高めて破壊しにくくする。
- (5)柱側に肉盛を延長し応力を逃がすと共に、開先溶接部の余盛り厚と裏当て金の厚みを利用して有効厚を高め、破壊しにくくする。
- (6)梁側に肉盛を延長し、応力集中を緩和することで下フランジの破壊を起こさないようにする。

スカラップ底補強溶接工法適用後の外観と断面形状を図3に示す。

正会員 ○河西 龍*¹ 正会員 中込 忠男*⁴
正会員 鈴木 励一*²
正会員 菅 哲男*³

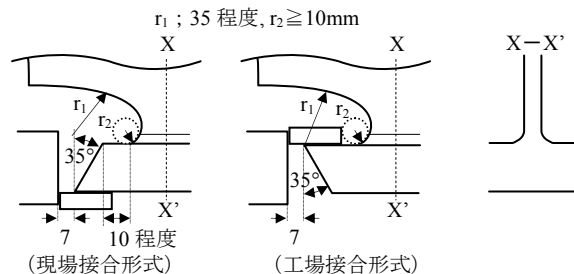


図1 JASS・6改良スカラップ形状 (下フランジ側)

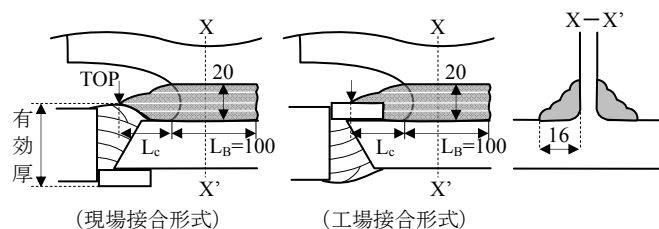


図2 スカラップ底補強溶接工法 (下フランジ側)

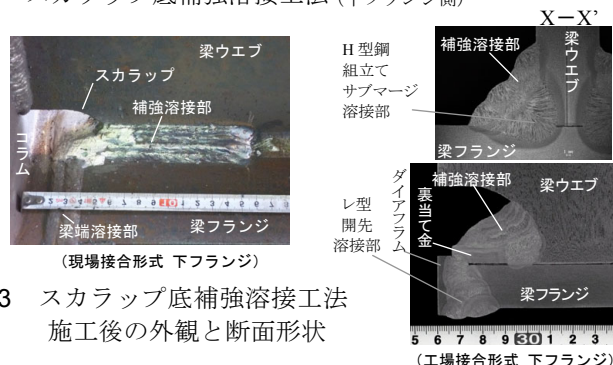


図3 スカラップ底補強溶接工法
施工後の外観と断面形状

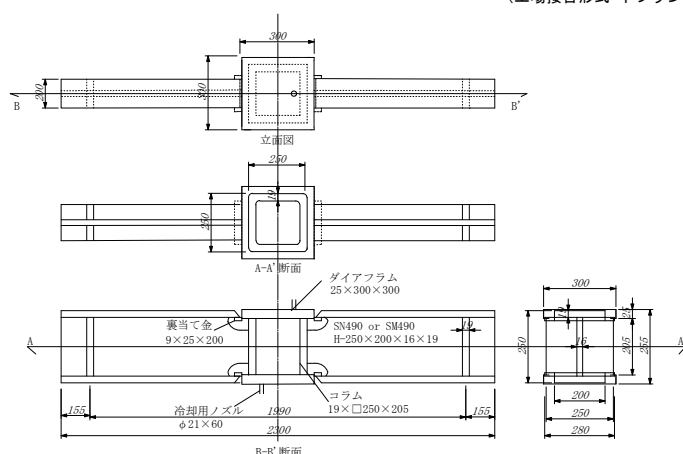


図4 実大試験体 (工場接合形式の場合)

表1 梁フランジ材の機械的性能

YP(N/mm ²)	TS(N/mm ²)	EL(%)	vE0°C(J)	YR(%)
401	553	25	175	72

4. 実験概要

4.1 試験体形状

スカラップ底補強溶接工法の効果を確認するために、純ラーメン架構の通しダイアフラム方式柱梁溶接接合部をモデル化した実大試験体を作製し、3点曲げ試験を実施した。ダイアフラム厚は25mm、H型梁はフランジ厚16mm×幅200mm、ウェブ厚19mm、梁高さ250mmの溶接組立てとし、全材質SN490Bとした。試験体寸法を図4に、材質のミルシート値を表1に示す。

4.2 梁端接合形式と開先溶接条件

柱ダイアフラムと梁の溶接接合は以下3形式とした。

- 現場接合形式(上フランジ；外側開先+内側裏当て金，下フランジ；内側開先+外側裏当て金)
- バックングレス現場接合形式(上フランジ；外側開先+裏当て金無し，下フランジ；内側開先+裏当て金無し)
- 工場接合形式(上フランジ；外側開先+内側裏当て金，下フランジ；外側開先+内側裏当て金)

なお、(b)バックングレス現場接合形式は、裏当て金の影響を確認することを目的としており、具体的には上向専用フラックス入りワイヤを用いた上向2パス施工³⁾にて開先ルート面を開口した後、他の形式と同じく、開先を下向溶接した。開先内溶接は全ての接合形式で共通条件であり、溶接ワイヤYGW11 1.2mmφを用いた炭酸ガスシールド溶接とし、入熱30kJ/cm以下、パス間温度250℃以下で管理した。詳細溶接条件を表2に、積層スケジュールを図5に示す。

4.3 スカラップ底補強溶接条件

補強溶接の積層要領を図6に示す。溶接ワイヤは開先内と同じくYGW11の1.2mmφを用いた。大きく3ブロック、①スカラップ下、②ウェブ右側、③ウェブ左側に分けて肉盛溶接される。

なお、実験的に不完全な管理として施工された条件例を製作した。具体的には梁側溶接長不足2体とし、これらは接合形式のいずれか1体ずつのみ無作為で選択した。

4.4 パラメータと試験番号

梁端接合形式と補強溶接条件を組み合わせた全8体の実験とした。試験番号と条件の組合せを表3に示す。

4.5 三点曲げ実験方法

載荷は、200tf万能試験機により鉛直荷重を加える三点曲げ方式で行った。(図7) 温度は0℃とするために強制冷却を行うべく、(a)コラムコア内部にエタノール、ドライアイスを満たして常時循環、(b)溶接部から300mmの部分まで同冷却媒体を満たした袋を乗せた。実験中は温度計と熱電対を用いて温度管理を行い、試験体温度が0℃になって一時間以上保持した後に載荷を行い載荷中もその温度を保持した。

載荷の際は梁端の全塑性時の変形変位 $c\delta p$ を基準に取り、載荷振幅を1 $c\delta p$ 、2 $c\delta p$ 、4 $c\delta p$ 、6 $c\delta p$ ・・・と漸増させ正負交番繰り返し載荷を行った。各振幅で1 $c\delta p$ 以外の各振幅で2サイクル繰り返し、梁フランジが破断した時点で実験終了とした。梁の載荷履歴を図8に示す。載荷速度は載荷点においてアクチュエータの変位速度を0.1~0.3cm/secとした。梁のみの変形量は、治具の変形量と試験体の変形量を差し引くことで算出した値を元に測定した。

5. まとめ

耐震性向上を目的とする「スカラップ底補強溶接工法」

を考案した。効果はその2で報告する。

表2 梁端開先溶接条件

表側溶接	溶接ワイヤ	YGW11 1.2mmφ
	電流(A)	260~280
	電圧(V)	31~34
	突き出し長さ(mm)	20
	入熱(kJ/cm)	30以下
裏側溶接	パス間温度(℃)	250以下
	溶接ワイヤ	DW-1ST 1.4mmφ
	電流(A)	150~230
	電圧(V)	18~19
	突き出し長さ(mm)	15~20
	入熱(kJ/cm)	30以下
	パス間温度(℃)	250以下

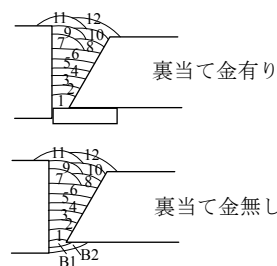


図5 開先積層スケジュール

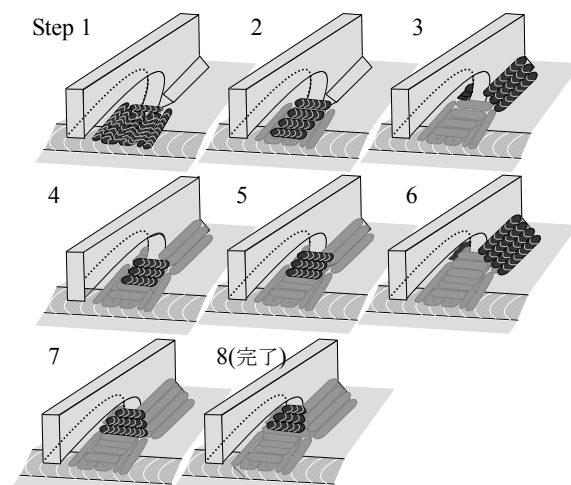


図6 補強肉盛溶接積層要領

表3 試験体 No.と条件

No.	接合形式	補強溶接
FW -P	(a)現場溶接	推奨条件(図2)
FL -P	(b)バックングレス現場	
SW -P	(c)工場溶接	
FW -s1	(a)現場溶接	梁側長さ不足($L_B=20\text{mm}$)
FL -s2	(b)バックングレス現場	梁側長さ不足($L_B=50\text{mm}$)
FW	(a)現場溶接	なし
FL	(b)バックングレス現場	
SW	(c)工場溶接	



図7 実大試験体 三点曲げ試験

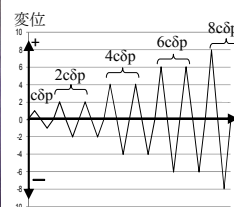


図8 荷重履歴

*1 神鋼溶接サービス(株) , *2 (株)神戸製鋼所

*3 神鋼溶接サービス(株) 博士 (工学)

*4 信州大学 博士 (工学)

*1 Shinko Welding Service co., Ltd, *2 Kobe steel, Ltd, Mr.,

*3 Shinko Welding Service co., Ltd, Dr.Eng.

*4 Shinshu University, Dr.Eng.