

## L型形状（L継手）とした現場溶接の施工試験

○川田工業 正会員 大野克紀 森井茂幸  
 鉄道・運輸機構 正会員 南 邦明 正会員 横山秀喜

### 1. はじめに

近年の鋼材は、過去に比べて改良されており、各種の条件を満足できれば脆性破壊を起こすことはまれではあるが、鉄道・運輸機構が計画する鋼鉄道橋においては、L.Flgの溶接欠陥や疲労き裂を起点とした脆性破壊がWebへ伝播し、構造物が崩壊するのを防止するため、FlgとWebの溶接線を100mmずらして配置している。そのため、現場溶接においても架設を考慮し、同様の対応としており、その形から『Z継手(図-1(a))』と呼んでいる。

Z継手は、連結する各部材位置がずれていることから、構造が複雑で組立性や製作性は必ずしもよいとは言えない。また、FlgとWebの首溶接が長くなる傾向があることや、3セルなどの箱桁の場合、縦リブと中Webの接合位置が違うことでスカーアップがいびつな形状となるため現場作業が煩雑となる。そこで、本研究においては、U.FlgとWebの溶接線を同位置とした「L継手(図-1(b))」を計画し、溶接施工試験にてその作業性と溶接品質を確認した。なお、L.Flg側は、工場溶接やZ継手の基本思想に合わせ、100mmずらしたままとした。

### 2. 試験条件

#### (1) 試験体と溶接条件

試験体は、北陸新幹線の45m級支間に適用する合成桁断面(外面側テーパー有: WebのL面)の1/2スケールとした。試験体の形状を図-2、写真-1、試験板厚および開先形状を表-1、溶接条件を表-2に示す。また、本試験に併せてWebの水平継手(横向き溶接)、L.FlgおよびWebのR面にて板厚差のある現場溶接についても検証した。鋼材に関しては、SMA490W、SMA570W(3%Ni鋼耐侯性鋼材)、溶接材料はSF-50WN( $\phi$ 1.2)を用いた。

溶接には、CO<sub>2</sub>ガスシールドアーク溶接を用いた。溶接順序は、①Webの横向き溶接、②U.Flg2層、③L.Flg2層、④U・L.Flg同時、⑤Web同時、⑥FlgとWebの首溶接とした。溶接姿勢はU.Flgで1方向の下向き溶接、L.Flgも同様ではあるが、縦リブがあるため、初層と2層目を2人のリレーアーク、それ以降は1人リレーアークとした。Webは、PICOMAXを用いた横向き溶接および立向き溶接とした。

開先形状は、FlgでV開先のFP(裏波溶接)、Webの水平継手でVのFP(裏波溶接)、首溶接でVのFPとした。U.FlgとWebは、裏当て材の設置の関係から5mmのスリットを設けた。なお、各溶接前に開先形状の再形成のため、ガウジングを用いている。

#### (2) 計測計画および品質確認

計測は、溶接前の開先形状と溶接後の溶収縮および角変形を実施した。計測位置としては、FlgとWebの交差箇所、エルクジョイント位置、水平・鉛直継手の交差位置近傍とした。

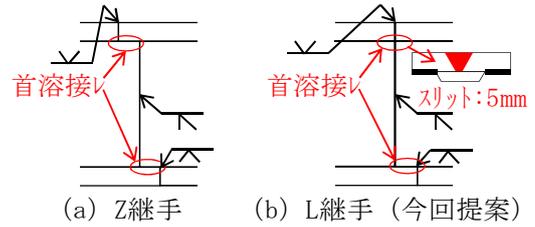


図-1. 現場溶接の形状

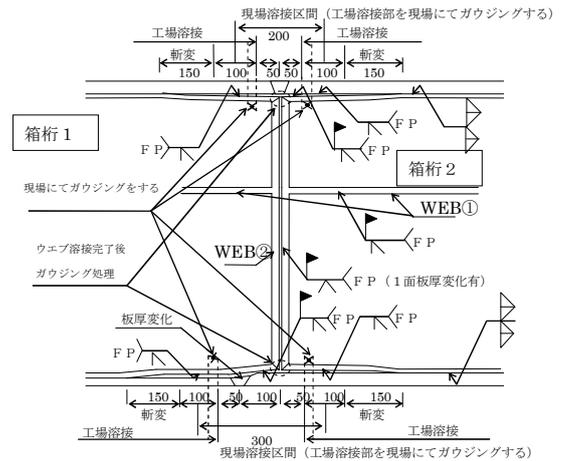


図-2. 試験形状



写真-1. 試験体形状

表-1. 試験体厚および開先形状

	板厚	標準開先形状			
		形状	角度(°)	ルートキップ(mm)	
U.Flg	21x21	V	40	7(4)	
L.Flg	33x45	V	40	7(12)	
Web(L)斜	18x18	V	レ	レ	40 35 35 7(4) 7(4) 5
Web(R)	18x25	V	レ	レ	40 35 35 7(12) 7(12) 5

※すべての開先において目違いは0mm、ルートフェイスは1mmを基本とした。  
 Webの開先の標記は、左から立向き溶接、水平溶接、首溶接とする。  
 ( )は、本試験の設定値を示す。

表-2. 溶接条件 (CO<sub>2</sub>ガスシールドアーク溶接)

溶接姿勢	電流(A)	電圧(V)	速度(cm/min)	予熱
下向き	150~330	20~38	15~85	U.Flg:無し L.Flg:50°C以上
立向き	80~260	18~34	7~40	Web18mm:無し Web18mm:50°C以上
横向き	100~320	18~36	15~100	Web18mm:無し Web18mm:50°C以上

キーワード: 接合, 溶接, 現場溶接, 非破壊検査

連絡先: 〒939-1593 富山県南砺市苗島4610 川田工業(株) TEL:0763-22-4173

品質確認は、外観検査と非破壊検査にて行った。非破壊検査は、RTを基本とし、実施不可能箇所をUT（L検出レベル）で評価した。また、溶け込み状況を確認するため、5ヶ所で断面マクロ試験片を採取した（写真-3）。

3. 試験状況および品質状況

溶接試験状況を写真-2（Web溶接時）、完了状況を写真-3に示す。溶接パス数としては、U.Flгで6パス、L.Flгで12パス、Webの横向きで8～27パス、立向きで3～4パス、首溶接で12～22パスであった。溶接時の状況であるが、U.Flгのルートギャップが4mmと狭く初層の溶接時にエクシジョンピースを含めたスタート部80mm程度の裏波の溶け込み不良を目視で確認された。これは、ルートギャップの狭さに問題があると考えられるため、狭い場合は、十分な溶け込みを確保すれば改善できると思われる。また、U.Flгに設ける裏当て材が、Webのスリットに入りきらず密着できなかったため、そこにワイヤが食い込みアークが止まる現象も生じた。これは、スリットサイズの拡大や裏当て材の減厚化によって対応が可能と思われる。また、首溶接は、Flг、Webの溶接後に実施するため、開口（概ね5mm）が大きい。そのため、溶接が抜けないように裏当て材を配置したのち溶接し、カウジングにて初層側を撤去、再溶接とした（図-3）。



写真-2. 試験状況 (Web : PICOMAX)



赤丸数字はマクロ採取ヶ所

写真-3. 完成状況

表-3.溶接後の収縮量および角変形量

部位	収縮量(mm)	角変形量(mm)
Web横向き18x18,18x25	0.5~2.0	-0.9~2.1(4.3)
U.Flг21x21	1.0	0.4~1.8(6.6)
L.Flг33x45	2.0	0.6~1.8(5.8)
Web立向き(L)斜18x18	0.5~2.5	-0.7~2.6(5)
Web立向き(R)18x25	1.5~4.0	0.4~3.3(5)

( )内は許容値

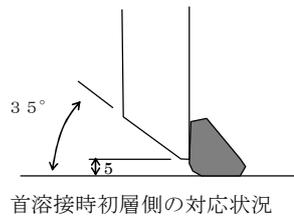
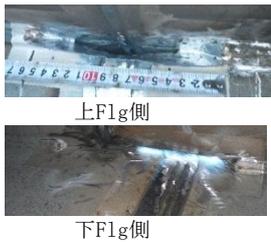


図-3. 首溶接

溶接後の品質状況としては、RT・UTによる非破壊検査および外観目視検査の結果、品質上問題となる箇所は無かった。溶接による収縮量はWebの立向き(R)で最大4mmが生じた。これは、L.Flг側の始端付近で生じており、L.Flгの板厚が厚かったことおよびルートギャップが大きいことにより生じたものと思われる。それ以外は概ね3mm以下であり、想定内であった(表-3)。角変形は、それぞれ許容値内に入る結果であった。なお、FlгおよびWebの横向きは端部のエクシジョンピースが溶接と同方向に配置されているため、始末端側で小さく中間部が大きくなっている。Webの立向きはFlгの先行溶接により拘束されるため端部が小さく、中間部で大きくなる結果であった(表-3)。断面マクロ試験は、5ヶ所にて実施したが、板厚差のある現場溶接継手においても溶け込み等は良好であり溶接欠陥は確認されなかった（写真-3, 4）。

4. まとめ

L継手の現場溶接施工試験を実施した結果、U.Flг側の裏当て材部の改良を施せば、溶接後の品質状況については良好である結果が得られ、板厚差の有無にかかわらずL継手の適用は問題ないと考えられる。L継手の適用により、Z継手に比べ首溶接長の若干の短縮が図れる等、作業性の改善が図れるものと考えられる。

参考資料：南ら 3%Ni系鋼耐候性鋼を用いた併用継手の現場溶接施工試験 2007.10 土木学会論文集A Vol.63 No.4

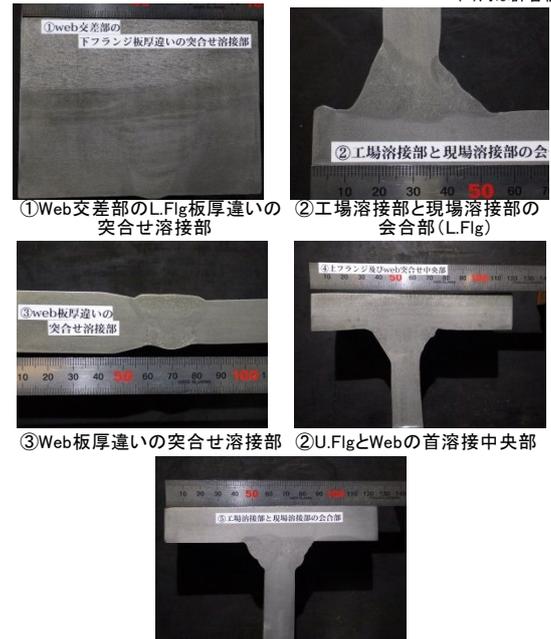


写真-4. マクロ写真