

猿田川橋・巴川橋のガセット部溶接作業性の最適化

OPTIMIZATION OF THE GUSSET PART WELDING WORK NATURE OF SARUTAGAWA BRIDGE AND TOMOEGAWA BRIDGE

新小田 拓也¹⁾
Takuya Shinkoda

1. まえがき

本橋，猿田川橋・巴川橋上り線は，第二東名高速道路静岡 IC～清水 IC 間に位置する．先行して完成済である下り線は当社が JV の一員として設計・製作・架設し，平成 18 年 1 月に竣工している(当社技報 vol.3¹⁾にて報告)．

橋梁形式は，上り線・下り線とも PC 多径間連続ラーメン複合トラス橋であるが，断面構造・格点構造には相違点がある．すなわち，断面形状は下り線の 4 主構に対し，上り線では 3 主構となった．これにより，トラス材へ作用する断面力が増大している．これに伴い格点構造は，下り線では二重管構造と二面ガセット構造を併用したのに対し，上り線では高断面力に対応できる二面ガセット構造が全ての格点に対し採用された．

上り線トラス部材の製作にあたっては，下り線の経験を踏まえ，品質確保と製作作業性の向上に着目して，格点構造の更なる最適化を試みた．本稿では，施工性の確認結果について報告する．

2. 工事概要

猿田川橋・巴川橋の工事概要を下記に示す．また構造一般図を図-1，現場施工状況を写真-1 に示す．

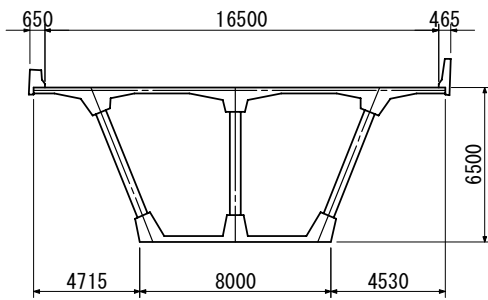
工事名：第二東名高速道路猿田川橋（PC 上部工）上り線工事

工事箇所：静岡県静岡市葵区北地内

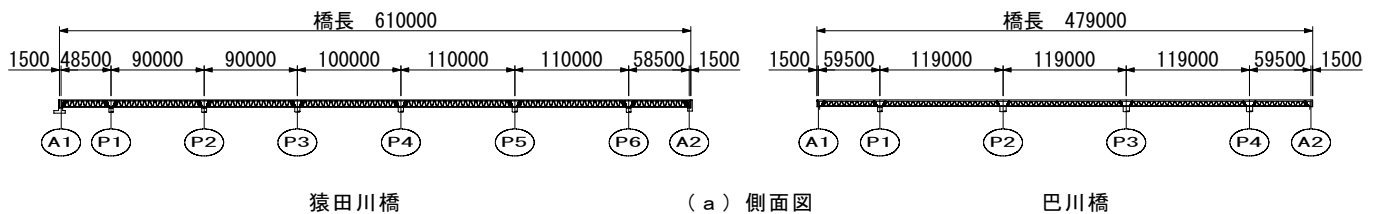


写真-1 現場施工状況

(提供：(株)ピーエス三菱・(株)安部日鋼工業共同企業体 殿)



(b) 断面図



(a) 側面図

図-1 構造一般図

1) 工事グループ 大阪チーム
(前：生産第二グループ 大阪工場 生産技術チーム)

・猿田川橋（上り線）（7 径間）

構造形式：PC7 径間連続ラーメン複合トラス橋

橋 長：610.0m

支 間 長：(48.5+2@90.0+100.0+2@110.0+58.5) m

有効幅員：16.5m

トラス本数：648 本

鋼 重：1072 t

・巴川橋（上り線）（5 径間）

構造形式：PC5 径間連続ラーメン複合トラス橋

橋 長：479.0m

支 間 長：(59.5+3@119.0+59.5) m

有効幅員：16.5m

トラス本数：516 本

鋼 重：993 t

3. 格点部の溶接

3.1 要求性能

鋼管とガセットプレートとの力の伝達は溶接部を介して行う。その溶接サイズは、鋼管の板厚と同等の有効のど厚が確保されていればよい。疲労を考慮した設計においても疲労設計指針²⁾より H 等級以上の性能を確保すればよいことになっており、設計上、部分溶け込み溶接で満足している。しかしながら、溶接部に対して非破壊検査による品質確保の証明が求められたため、品質証明が困難な部分溶け込み溶接の採用は見送り、完全溶け込み溶接とした。（格点部の設計については、技報 vol.3¹⁾を参照されたい。）

3.2 溶接作業性の最適化

溶接作業は、溶接量、溶接順序によって品質、作業性が大きく影響を受ける。開先角度について、一般には大きい方が施工性がよいため、初層での溶接欠陥が生じにくいと言われている。しかし、溶接量が増えるため、作業時間が長くなる問題がある。また、層数が多くなるため欠陥の出る確率も高くなる。開先角度をある程度狭くすれば、溶接量もパス数も減らせ、層数が少なくなり欠陥の出る確率も少なくなる。

よって、品質を確保できる範囲で開先角度を狭くすることにより、溶接部の品質向上が図られ、かつ、溶接量が減少するため、作業者の負担軽減になると考えた。

(1) 溶接施工試験体

溶接施工試験体として、開先角度を 45° 、 35° 、 55° ($45^\circ \pm 10^\circ$) とした 3 体を製作した。前回（下り線）は開先角度を 50° としたが、今回（上り線）は、溶接部の品質が確保され、さらに、溶接量の削減が可能である 5° 狭くした開先角度を基準とした溶接施工試験を行った。また、開先部の加工精度は、道示³⁾では許容値として $\pm 10^\circ$ が設けられているので、最大誤差にて加工されたことを想定し、 35° 、 55° での試験も行った。施工試験は実際の溶接作業状態を再現することとしたが、鋼材入手の関係から、ガセットは溶接部のみ実板厚とし、非溶接部は形状のみを実物と合わせた。また、 35° (-10°)、 55° ($+10^\circ$) の試験体は、溶接作業状態がほぼ同じとなる箱形断面部材として確認を行った。下記に試験体の種類を示す。

Type 1 45° 試験体（丸形）

鋼管 t=28mm (SM490YB)

ガセット t=50mm (SM520C-H)

Type 2 35° 試験体（箱形）

鋼板 t=28mm (SM520C)

ガセット t=50mm (SM520C-H)

Type 3 55° 試験体（箱形）

鋼板 t=28mm (SM520C)

ガセット t=50mm (SM520C-H)

Type1 の形状図を図-2、開先形状図を図-3 に示す。



写真-2 Type1 45° 試験体

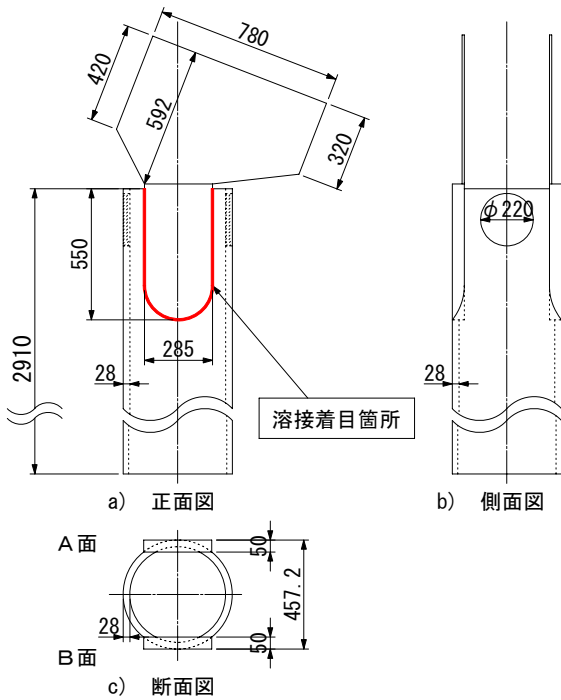


図-2 Type1 45° 試験体

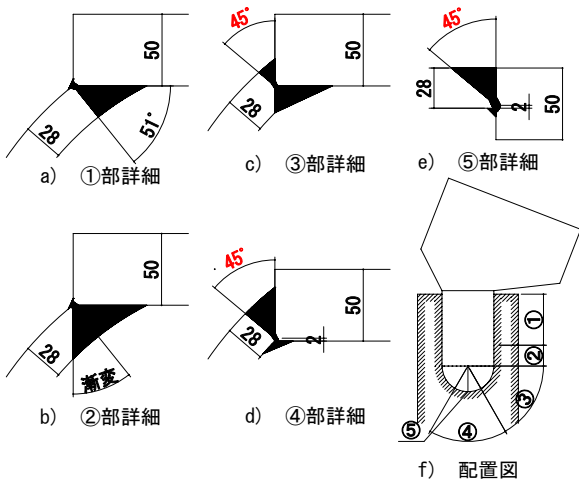


図-3 Type1 開先形状図

(2) 施工手順

施工手順については、品質、作業性を考え、下記の順序とした。

- ① 開先形状等の確認
- ② 余熱

- ③ 外面シール溶接
- ④ 内面円弧部溶接
- ⑤ 内面直線部溶接
- ⑥ 内面外観確認
- ⑦ 外面側からガウジング
- ⑧ 外面 1/2 溶接 (図-4 参照)
- ⑨ 外面 1/2 溶接 (図-4 参照)
- ⑩ 外面外観確認
- ⑪ 超音波探傷検査

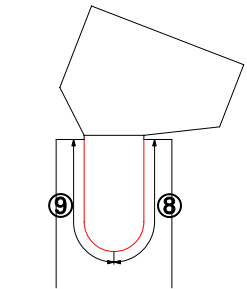


図-4 外面溶接箇所図

④⑤は、管内側からの作業性と溶接による変形の低減を、⑧⑨は、管外側からの溶接による変形の低減を図るために行った。また、管外側からのガウジング (⑦) とすることにより、作業性の向上による品質向上が図れた。



写真-3 溶接状況 (管外側)



写真-4 溶接状況 (管内側)

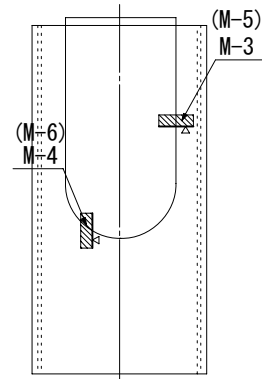


写真-5 管内側溶接

3.3 溶接施工試験結果

試験体溶接完了後、欠陥検出能 L/2 検出レベルにより超音波探傷検査を行った。合否判定基準は、欠陥指示長さ $t/3$ 以下を合格とした。また、溶接ビード表面については、目視により表面傷等の有無の確認を行うこととした。溶接部の機械的性能を確認するために、図-5.6 に示す位置より試験片の採取を行った。図中、T は引張試験片、D 及び H は衝撃試験片、M はマクロ試験片を示す。今回は、溶接金属部 (DEPO) と熱影響部 (HAZ) 位置においても衝撃試験片を採取した。

溶接施工試験結果を表-1 に示す。

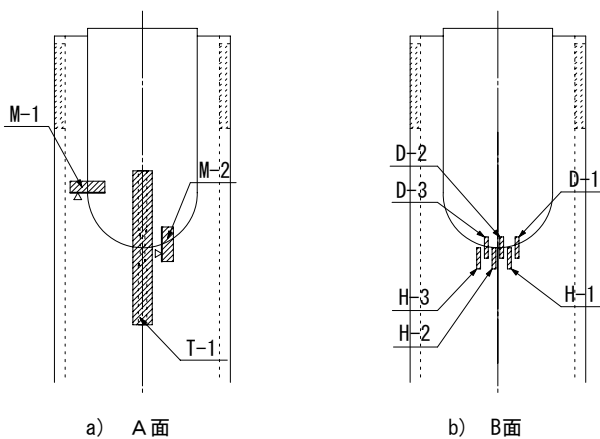


() 付は Type3 を示す

図-6 Type2,3 試験片採取箇所図

表-1 溶接施工試験結果

試験体	前回	今回		
	---	Type1	Type2	Type3
開先角度(°)	50	45	35	55
管板厚(mm)	28	28	28	28
ガセット板厚(mm)	50	50	50	50
溶接パス数	15	12	14	17
外観(目視)検査	欠陥無し	欠陥無し	欠陥無し	欠陥無し
超音波探傷検査	欠陥無し	欠陥無し	欠陥無し	欠陥無し
引張試験 ≥ 490 (N/mm ²)	572	542	---	---
衝撃試験 ≥ 27 (J)	---	DEPO	141	---
		HAZ	283	---
マクロ試験片	良好	良好	良好	良好



※A 面, B 面が示す位置は図-2 を参照

図-5 Type1 試験片採取箇所図

超音波探傷検査は、欠陥検出能を L 検出レベル (前回) から L/2 検出レベルとし、より厳しい条件となったが、3 体とも欠陥は認められなかった。

マクロ試験片にて内部を調べたが、溶接部は無欠陥であることを確認できた。

引張試験においては、母材の JIS 規格強度以上を満足していることが確認できた。但し、破断位置は溶接部ではなく母材部分であった。

引張試験片破断位置図を図-7 に示す。

衝撃試験においては、溶着金属部、熱影響部とも母材の JIS 規格強度以上を満足していることが確認できた。さらに、溶着金属部は、溶材メーカーの推奨値 130J とほぼ同等の値であり、妥当な値である。

溶接金属部 (DEPO) 断面位置図を図-8、熱影響部 (HAZ) 断面位置図を図-9 に示す。



写真-6 引張試験片

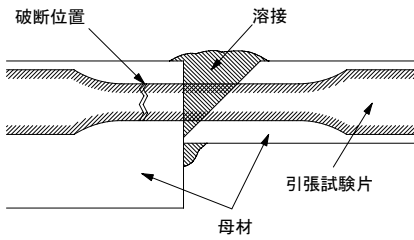


図-7 引張試験片破断位置図



写真-7 衝撃試験片

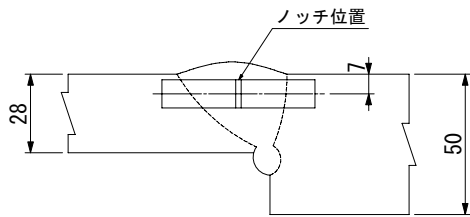


図-8 溶接金属部 (DEPO) 断面位置図 (D-1~3)

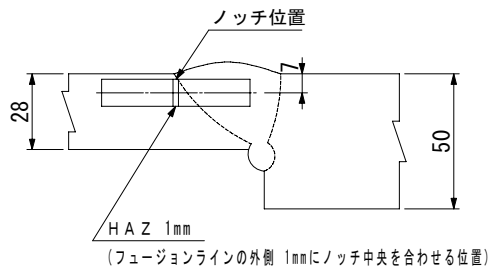


図-9 熱影響部 (HAZ) 断面位置図 (H-1~3)

3.4 まとめ

溶接施工試験結果は、実施した全ての検査、試験を満足した。開先角度を 50° から 45° に変更したことにより、溶接パス数が 15 パスから 12 パスに減少するため、作業効率が向上すると言える。また、開先角度 35° では、 45° よりパス数が増えているが、これは、内面側のパス数が増えたためであり、外面側のパス数は減少している。Type1 の積層図を図-10、Type2 の積層図を図-11 に示す。



※M-2 の示す位置は図-5 を参照

写真-8 マクロ試験片 (M-2)

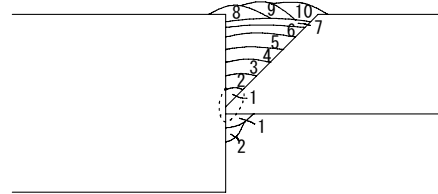


図-10 M-2 積層図



※M-4 の示す位置は図-6 を参照

写真-9 マクロ試験片 (M-4)

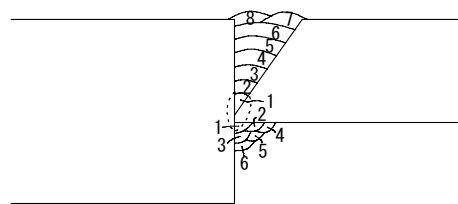


図-11 M-4 積層図

4. あとがき

二面ガセット格点構造のガセット部溶接作業性について、開先角度を変えて溶接施工試験を実施した。結果として、狭開先としても溶接部の要求性能を満足し、品質も確保できた上で、作業性も向上することとなった。本試験により、開先角度 35° までのガセット部における溶接技術は確立したが、施工性、溶接作業者の意見等を踏まえた上で考えると、本工事の溶接は開先角度 45° が最適であると考えられる。しかし、さらなる狭開先で施工可能であるか、また板厚別での検討も今後行う必要があると考える。

最後に、ご協力いただいた関係各位の皆様には、厚くお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 小川, 小早川, 武中: 猿田川橋・巴川橋の工事概要と格点構造の開発, ハルテック技報, 2006.12
- 2) 日本道路協会: 鋼道路橋の疲労設計指針, 2002.3
- 3) 日本道路協会: 道路橋示方書・同解説, I 共通編, II 鋼橋編, 2002.3
- 4) NEXCO: 構造物施工管理要領, 2007.8
- 5) 株式会社ピーエス三菱ホームページ

架設進捗状況写真



写真-10 猿田川橋 (H19. 4)



写真-12 猿田川橋 (H20. 8)



写真-11 巴川橋 (H19. 4)



写真-13 巴川橋 (H20. 8)