

片面裏波タンデムサブマージアーク溶接法と曲線を有する片面裏波斜め上向き自動溶接法の適用（有松高架橋）

Application of Tandem Submerged Arc Welding Method and Obliquely Upward Automated Welding Method for One-side Penetration with Curved Surface (Arimatsu Viaduct)

乙 森 幸之助*1 瀬 木 純 一*1
kounosuke OTOMORI jyun-ichi SEGI

Summary

For in-situ full-section welding of streamlined steel deck box girders, it is possible to carry out one-pass welding of 18-mm-wall thickness steel decks. We conducted single-side penetration tandem submerged arc welding, with high work efficiency, and one-side penetration obliquely upward automated welding, thus enabling continuous welding for curvilinear and inclined lower flanges. We report the results of tests to confirm the welding work conditions based on our past experience with these welding methods. As more than 10,000 J/mm high-heat input welding was required for single-side penetration tandem submerged arc welding, we adopted rolled steel (-EG steel) for high-heat input welding for the steel decks.

キーワード：大入熱溶接用圧延鋼材、現場全断面溶接、片面裏波溶接、タンデムサブマージアーク溶接、上向き自動溶接

1. はじめに

名古屋市緑区鳴海町御茶屋～大高町北平部に位置する「有松高架橋」は合理化鋼床版箱桁であり、鋼床版の現場継手は板厚18mm（一定）の溶接継手となっている。鋼床版の現場突合せ溶接で一般的に採用されているシングルサブマージアーク溶接による片面裏波溶接では、板厚が18mmになるとパス数が3パス以上の多層盛溶接と

なり、本橋の現場溶接工程では3パーティー以上の編成が必要となった。

そこで、板厚18mmを1パスで溶接可能となり作業能率の良いタンデムサブマージアーク溶接法を採用することとした。本橋にタンデムサブマージアーク溶接を採用するにあたり、過去にタンデムサブマージアーク溶接を採用した第二東名高速道路「北崎高架橋」の実績を踏まえた検討を行った結果、10,000J/mmを超える大入熱付加

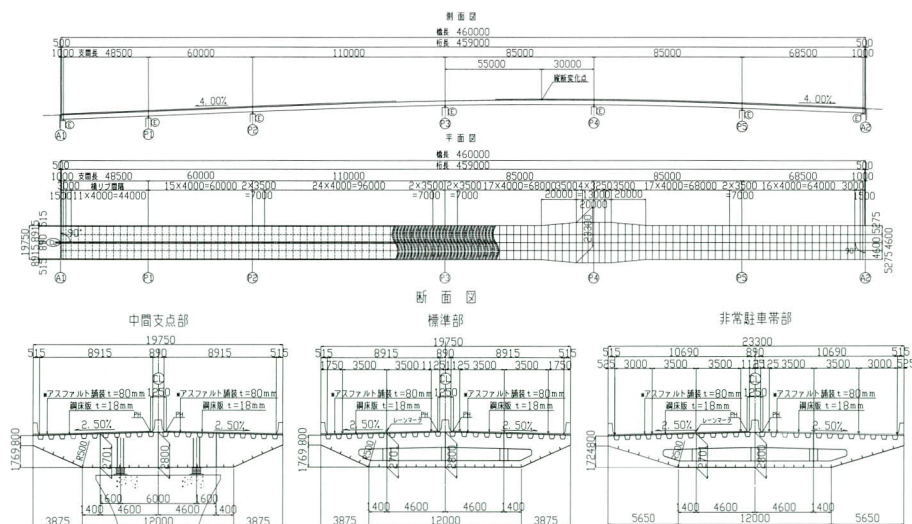


図-1 橋梁一般図

*1 技術本部技術研究所生産技術グループ

による熱影響部の衝撃値向上を考慮して、鋼材を大入熱溶接用圧延鋼材（－EG鋼）とすることとした。

また、本橋の下フランジも現場溶接継手であり、**図－1**に示すように500Rの曲線から傾斜角25°を有する継手となる。この下フランジの溶接には連続溶接が可能となり、溶接品質が安定する上向き姿勢による片面裏波自動溶接を採用することとした。傾斜角0°の上向き姿勢から500Rの曲線部、そして傾斜角25°の斜め上向き姿勢を連続して溶接する施工方法は難易度の高い溶接法ではあるが、上向き姿勢による片面裏波溶接における傾斜角0°から45°までの傾斜ごとの溶接条件は確立されており、過去に溶接姿勢が上向きから下向きへ刻々と変化するパイプアーチの全断面溶接継手を溶接ロボットを適用して施工した実績¹⁾もあり、これらの条件を参考に溶接条件を確立するものとした。

以上のように、本橋においては、

- ① 鋼床版の片面裏波タンデムサブマージアーク溶接法
- ② “曲線”を有する下フランジの連続溶接が可能な片面裏波斜め上向き自動溶接法

の2点について、溶接施工法および標準溶接条件の確立試験を行うものとした。本文ではその結果を報告するものである。

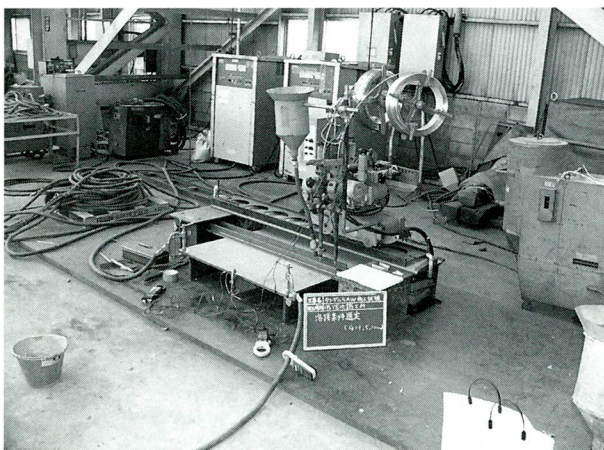
2. 片面裏波タンデムサブマージアーク溶接法

(1) 溶接設備

本橋の現場溶接実施工で使用使用する溶接設備は下記に示すものであり、これと同じ設備にて試験を行った。

①使用溶接電源

KRUMC-1500（ダイヘン）2台



写真－1 溶接設備全景写真

②溶接装置

SWT-24（ダイヘン）1台

(2) 鋼材

使用した大入熱溶接用圧延鋼材（－EG鋼）の化学成分を**表－1**に、機械的性質を**表－2**に示す。

表－1 鋼材の化学成分 (%)

鋼材の種類	板厚mm	C	Si	Mn	P	S	
SM490YB-EG	18	0.08	0.36	1.57	0.012	0.003	
Cu	Ni	Mo	Cr	V	Nb	Ceq	Pcm
0.01	0.02	0.01	0.02	0.06	0.03	0.37	0.18

表－2 鋼材の機械的性質

鋼材の種類	板厚mm	降伏点 (耐力)	引張強さ	伸び	衝撃値
		N/mm ²		%	J (0℃)
SM490YB-EG	18	444	542	24	328

(3) 溶接材料

タンデムサブマージアーク溶接で使用する溶接材料については、日溶工テクノサービス(株)による事前選定試験を行った結果のうち、ビード外観、強度、衝撃値が要求品質を満足できる**表－3**に示す組合せのものを採用することとした。

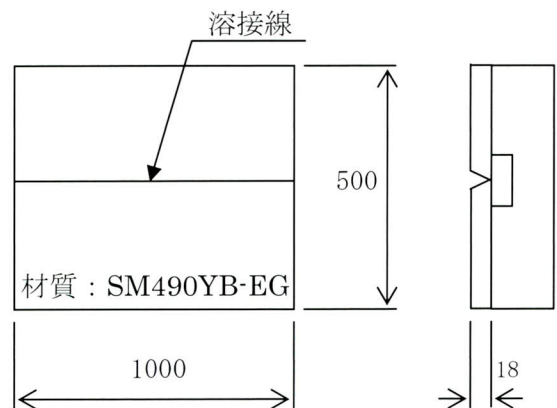
表－3 溶接材料

ワイヤ (先行(L)、後行(T)共通)		フラックス		カットワイヤ		裏当材
銘柄	径	銘柄	粒度	銘柄	径	銘柄
Y-DL	4.8φ	NSH-5SEM (ボンドフラックス)	12×100	YK-D	1×1	SB-51

上記溶接材料は全て日鐵住金溶接工業(株製)

(4) 試験体形状

試験体形状を**図－2**に示す。



図－2 試験体形状

(5) 開先形状

開先形状は表-4に示すとおり、シングルサブマージアーク溶接と同様にルートギャップの標準値を5mmとし、製作誤差や架設誤差を考慮して±5mmの許容範囲を設定した。サブマージアーク溶接での各ルートギャップによる溶接条件は、経験上3段階程度の設定で十分であると考え、試験では、ルートギャップを1mm、5mm、10mmの3種類で行うものとした。

表-4 開先形状

開先角度 θ (°)	ルートギャップ G (mm)	ルートフェイス a (mm)	目違い S (mm)
50±5	5±5	1±1	0~2

(6) 溶接条件の選定試験

1) 溶接電源の結線方法

交流2電極タンデム方式での溶接電源の結線方式は、逆V結線で行うこととした。

2) 溶接条件の調整

現場溶接継手は1溶接線上におけるルートギャップの変動があり、良好な裏波溶接とするためには1つに固定した溶接条件では対応できず、何らかの溶接条件の調整が必要となってくる。その溶接条件調整の中でもサブマージアーク溶接の特性上、熔融プールがフラックスに埋もれビードそのものを監視できないため、溶接機のメーターによる電流・電圧・速度の調整で管理することになる。このメーター管理においても電流・電圧の高出力に伴う使用レンジの広さの中で、数十A、数Vの微調整を行うことは現実的ではない。よって電流・電圧については、ルートギャップの許容範囲内であればある幅を持って一定に設定することとし、ルートギャップの変動に対する調整項目は、カットワイヤ散布高さ調整と、施工中に溶接速度を操作することで可能となるように条件を設

定した。

(a) 電流値の選定

溶接電流は、以下の5項目を考慮して設定した。

- ① 開先内の熔融作用（開先面を融合不良等の無いように熔融すること）
- ② 形状の良い裏波ビードの形成作用
- ③ 初層溶着金属組織の粗大粒状組織を改善する作用
- ④ 後行ビードの深溶け込み浸入度合いの向上
- ⑤ 必要溶着量の確保

その結果、L側電流値が1000A、T側電流値が800Aの組み合わせが最適であった。

(b) 電圧値の選定

溶接電圧は、表裏ビード形状と溶込み形状を確認しながら設定した。その結果、L側電圧値が38V、T側電圧値が40Vの組み合わせが最適であった。

(c) 溶接速度の選定

溶接速度は、溶接電流とワイヤ送給速度の関係より溶接ワイヤの溶着量を求め、以下の式により溶接速度を設定した。

$$V = (W_L + W_T) / (S + S_C) \times 100$$

V : 溶接速度 (cm/min)

W_L : L側ワイヤ送給量 (g/min)

W_T : T側ワイヤ送給量 (g/min)

S : 余盛を含めた必要溶着量 (g/cm)

S_C : カットワイヤ溶着量 (g/cm)

カットワイヤ散布量は試験を行う中で、適正な裏波形状を形成できる値として、ルートギャップ10mmでは15mm、ルートギャップ5mmでは13mm、ルートギャップ1mmでは9mmとし、上記式より、ルートギャップ10mmでは32cm/min、ルートギャップ5mmでは35cm/min、ルートギャップ1mmでは40cm/minとなり固定値にすることができた。

なお、本試験の中で溶接速度による溶接性の影響を確認したところ、ルートギャップ10mmでは30cm/minを下回ると熔融池の先行による融合不良が発生し易くなる傾向となり、ルートギャップ1mmでは42cm/minを上回ると裏波ビード形状高さが過大となる傾向が確認された。

め、実施工においては、32～40cm/minの間を調整の範囲とした。

3) 溶接条件の調整

溶接条件の選定試験結果から得た、各標準溶接条件を表-5に示す。

表-5 ルートギャップ1mm、5mm、10mmの各標準溶接条件

ルートギャップ(mm)	電極	電流(A)	電圧(V)	速度(cm/min)	合算入熱量(kJ/mm)	カットワイヤ散布高さ(mm)	後退角(°)	極間距離(mm)
1	L	1000	38	40	10.50	9	5	120
	T	800	40				0	
5	L	1000	38	35	12.00	13	5	120
	T	800	40				0	
10	L	1000	38	32	13.13	15	5	120
	T	800	40				0	

※ワイヤの突出し長さはL極：35mm、T極：45mmで固定した。

(7) 内部品質及び機械的性質の確認

溶接条件の選定により確立した標準溶接条件による内部品質及び機械的性質の確認を行うため、表-5に示すルートギャップ1mm、5mm、10mmの各溶接条件で溶接施工を行った結果を以下に示す。

1) 試験項目および判定基準

試験項目及び判定基準を表-6に示す。

表-6 試験項目および判定基準

試験の種類	試験項目	試験片形状	試験片個数	試験方法	判定基準
グループ溶接試験	引張試験	JIS Z 3121 1号	2	JIS Z 2241	引張強さが母材の規格値以上
	型曲げ試験(裏曲げ)	JIS Z 3122	2	JIS Z 3122	原則としてきれつが生じてはならない
	衝撃試験	JIS Z 2202 Vノッチ	DEPO 3 HAZ 3	JIS Z 2242	溶着金属及び溶接熱影響部で母材の規格値以上(3個の平均値)
	マクロ試験	マクロ試験写真参照	1	JIS G 0553 に準ずる	欠陥があつてはならない
	超音波探傷試験	—	継手全長	JIS Z 3060	L/2 検出レベル t/6 以下

※衝撃試験片は、板厚上下から各々t/4位置を中心としたもので2種類採取した。

2) 超音波探傷試験結果

判定基準は、L/2 検出レベルで、きず指示長さ t/6 以下のものを合格とし、探傷を行った結果、全てきずなしの合格であった。

3) 機械試験結果

各種機械試験を行った結果、表-7、8、9に示すように全て合格であった。引張強さ、及び衝撃試験結果より使用した溶接材料は妥当であった。熱影響部の衝撃試験

表-7 引張試験結果

試験体No.	最大荷重(N)	引張強さ(N/mm ²)	破断位置	母材の規格値(N/mm ²)	可否
G1	425,000	594	母材	490~610	合格
	423,000	594	母材		合格
G5	417,000	582	母材	490~610	合格
	416,000	581	母材		合格
G10	414,000	585	母材	490~610	合格
	415,000	583	母材		合格

表-8 衝撃試験結果(ノッチの中心が表面からt/4位置)

試験体No.	ノッチ位置	試験片No.	試験温度(℃)	シャルピー吸収エネルギー(J)		母材の規格値(J)	可否
				各値	平均値		
G1 G=1	溶着金属部	1DB	0	163	168	≥27	合格
				173			
				168			
〃	熱影響部	1HB	0	42	45	≥27	合格
				45			
				49			
G5 G=5	溶着金属部	5DB	0	156	146	≥27	合格
				142			
				139			
〃	熱影響部	5HB	0	51	47	≥27	合格
				47			
				43			
G10 G=10	溶着金属部	10DB	0	171	161	≥27	合格
				165			
				148			
〃	熱影響部	10HB	0	41	48	≥27	合格
				48			
				56			

表-9 衝撃試験結果(ノッチの中心が裏面からt/4位置)

試験体No.	ノッチ位置	試験片No.	試験温度(℃)	シャルピー吸収エネルギー(J)		母材の規格値(J)	可否
				各値	平均値		
G1 G=1	溶着金属部	1DT	0	164	174	≥27	合格
				180			
				179			
〃	熱影響部	1HT	0	48	51	≥27	合格
				58			
				48			
G5 G=5	溶着金属部	5DT	0	145	149	≥27	合格
				150			
				151			
〃	熱影響部	5HT	0	59	51	≥27	合格
				48			
				45			
G10 G=10	溶着金属部	10DT	0	168	167	≥27	合格
				179			
				154			
〃	熱影響部	10HT	0	58	47	≥27	合格
				41			
				42			

結果では50J前後の値が得られ、大入熱溶接用圧延鋼材(EG鋼)の適用により、一般鋼で行った過去の実績と比べて改善することができた。ルートギャップ10mmの型曲げ試験後の写真を写真-2、マクロ写真を写真-3に示す。

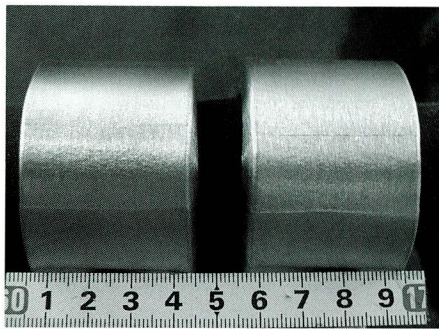


写真-2 型曲げ試験後 (G=10)

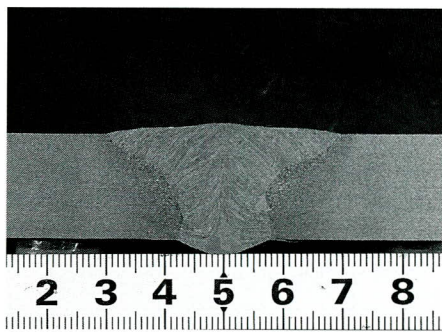


写真-3 マクロ写真 (G=10)

3. 片面裏波斜め上向き自動溶接法

(1) 溶接継手仕様

本橋の下フランジの横シーム溶接継手は、**図-1**で示したように500Rの曲線から傾斜角25°を有する継手となっている。

材質はSM400～SM570、板厚は10～23mmであり、本試験では現場溶接継手の最大板厚部である材質：SM570、板厚：23mmにて行った。

(2) 溶接材料

本試験で使用した溶接材料を**表-10**に示す。

表-10 使用溶接材料

ワイヤ			裏当材		シールドガス
銘柄	径	メーカー	銘柄	メーカー	
SF-60A	1.2φ	日鐵住金溶接工業	NBT-1	日本電極	Ar 80%+CO ₂ 20%

(3) 溶接方法

本試験の溶接方法を**表-11**に示す。

表-11 溶接方法

溶接方法	溶接姿勢	溶接装置	
		装置名	メーカー
MAG片面裏波自動溶接	上向き→曲線部→斜め上向き	PICOMAX-2	(株)神戸製鋼所

(4) 開先形状

開先形状は、**表-12**に示す上向き溶接の社内標準とした。

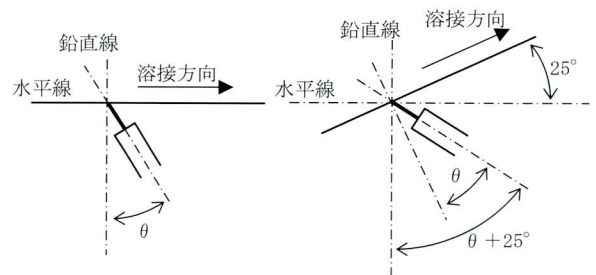
表-12 開先形状

開先角度 θ (°)	ルートギャップ G (mm)	ルートフェイス a (mm)	目違い S (mm)
35±5	7 (-2~+5)	1±1	0~2

(5) 溶接施工条件の確立

1) トーチ角度の確立

片面裏波自動溶接の溶接条件は、その姿勢ごとに適正となる条件を各々設定して施工を行っている。特に上向き姿勢においては、傾斜角0°と傾斜角25°での最適トーチ角度が異なる。電流・電圧値については、ほぼ同一条件に固定することができるが、上向き→曲線部→斜め上向きを連続溶接とするためには、トーチ角度を固定する必要がある。そこで、**図-3**のように傾斜角0°での適正トーチ角度が傾斜角25°の溶接にも適用可能であるか確認することとした。



θ : 適正トーチ角度

図-3 傾斜角度が違う場合の適正トーチ角度概要図

その結果、傾斜角0°での適正トーチ角度を適用して、傾斜角25°の溶接を行っても特に問題はなく、健全な溶接ビード外観を得られた(**写真-4**)。このことより、トーチ角度を固定した上向き→曲線部→斜め上向きの連続溶接が可能であると判断した。

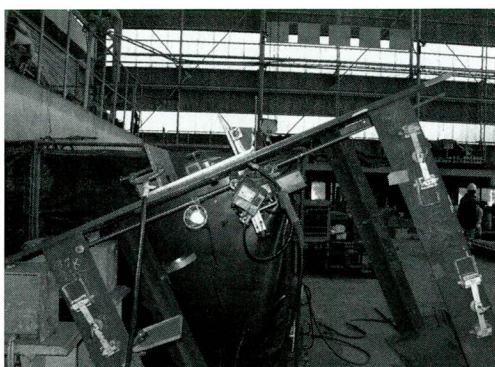


写真-4 傾斜25°に傾斜0°の適正トーチ角度を適用した場合の確認試験状況

2) 専用レールの製作

本橋で適用する自動溶接装置：PICOMAX-2は、パイプのような曲線の溶接継手の場合、その半径に合った曲線レールを使用している。本橋の下フランジ溶接継手においても、直線部と曲線部を有する部位の継手に合わせたレールが必要となるため、図-4のような専用曲線付きレールを製作することとした。

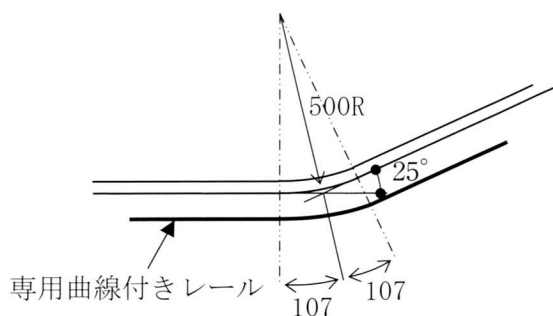


図-4 専用曲線付きレール

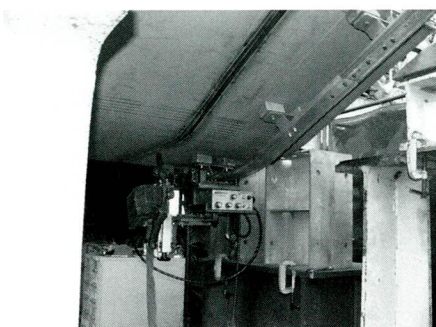


写真-5 専用曲線付きレール設置状況

3) 上向き→曲線部→斜め上向きの連続溶接

図-5に示す試験体を用いて、上向き→曲線部→斜め上向きの連続溶接を行った。姿勢毎の電流・電圧・速度の溶接条件はほぼ同じであり、溶接中の微調整で十分対応できる範囲であった。なお、曲線部→斜め上向きとな

るにしたがって立向き溶接に似たアーク状態に移行していくため、溶接速度を若干遅くすることになる。これにより1パス当たりの溶着量が増すため、姿勢毎で同じパス数になっても開先断面上の溶着量は異なってしまう。この調整として、曲線部→斜め上向きに移行する箇所、最終層付近の溶接速度を速くして1パス当たりの溶着量を減らし、表ビード形状を合わせることにした。ただし、無理に積層方法を合わせるにより、かえって溶接欠陥が生じる可能性があるため、状況に応じて図-6に示すように曲線止まりから100mm以上の箇所に溶接継ぎ部を設けて、姿勢毎に溶接することも本工事の施工方法として適用するものとした。

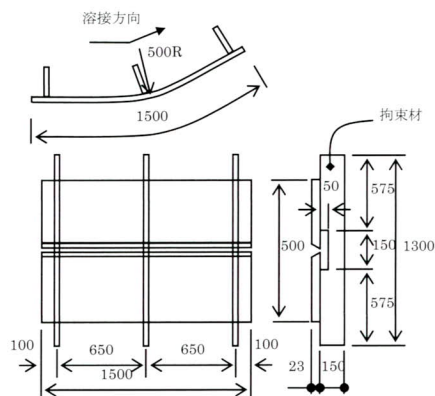


図-5 試験体形状

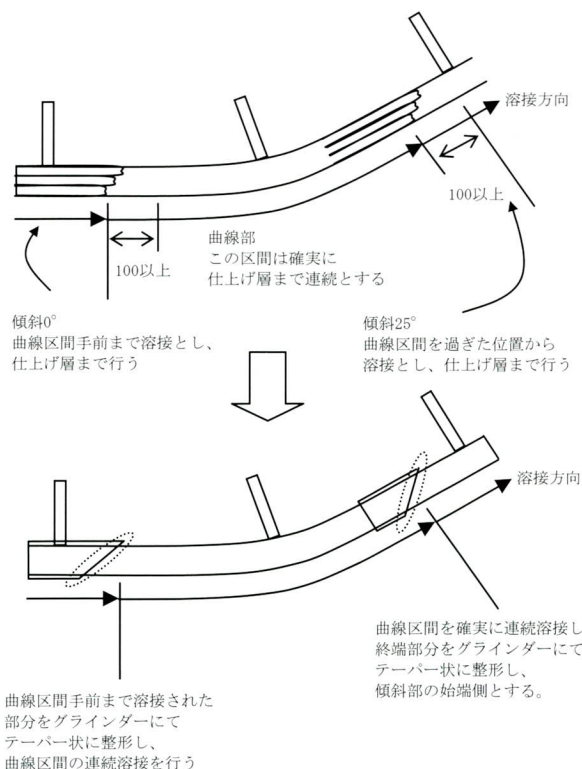


図-6 曲線止まり部の溶接継ぎ方法

4) 標準溶接条件

結果として得られた標準溶接条件を表-13に示す。

表-13 標準溶接条件

溶接姿勢	—	電流 (A)	電圧 (V)	速度 (cm/min)	入熱 (kJ/mm)
傾斜角0°	初層	160	15	6~10	1.44~2.40
	2pas目以降	200~210	23~24	8~20	1.38~3.62
曲線部	初層	160	15	6~10	1.44~2.40
	2pas目以降	200~210	23~24	8~20	1.38~3.62
傾斜角25°	初層	160	15	6~10	1.44~2.40
	2pas目以降	200~210	23~24	8~20	1.38~3.62

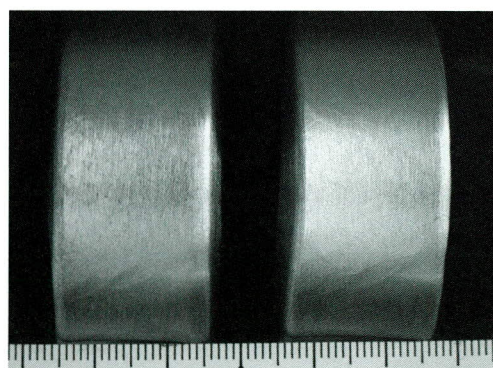


写真-6 型曲げ試験後（傾斜0°側）

(6) 内部品質及び機械的性質の確認

溶接施工条件の確立試験により得られた標準溶接条件による内部品質及び機械的性質の確認を行った。その結果を以下に示す。

1) 試験項目および判定基準

試験項目及び判定基準を表-14に示す。

表-14 試験項目および判定基準

試験の種類	試験項目	試験片形状	試験片個数	試験方法	判定基準
グループ溶接試験	引張試験	JIS Z 3121 1号	2	JIS Z 2241	引張強さが母材の規格値以上
	型曲げ試験 (裏曲げ)	JIS Z 3122	2	JIS Z 3122	原則としてきれつが生じてはならない
	衝撃試験	JIS Z 2202 Vノッチ	DEPO 3 HAZ 3	JIS Z 2242	溶着金属及び溶接熱影響部で母材の規格値以上 (3個の平均値)
	マクロ試験	マクロ試験写真参照	1	JIS G 0553 に準ずる	欠陥があってはならない
	超音波探傷試験	—	継手全長	JIS Z 3060	L/2 検出レベル t/6 以下

※試験片は各々、傾斜角0°と25°の2種類の位置より採取した。

2) 超音波探傷試験結果

判定基準は、L/2 検出レベルで、きず指示長さt/6以下のものを合格とし、探傷を行った結果、全てきずなしの合格であった。

3) 各種機械試験結果

機械試験の結果、各試験項目において判定基準を満足しており、全て合格であった。

引張試験、衝撃試験の結果を表-15、16に示す。型曲げ試験結果は写真-6、7、マクロ試験結果は写真-8、9、10に示す。

4. まとめ

(1) 片面裏波タンデムサブマージアーク溶接法

ルートギャップ1mm、5mm、10mmの3種類の開先形状にて、溶接ビード外観や溶接施工性に着目し、溶接条件確立試験を行った結果、溶接ビード外観は良好で溶接

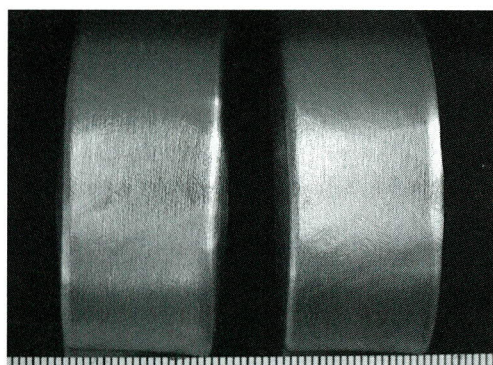


写真-7 型曲げ試験後（傾斜25°側）

表-15 引張試験結果

試験片採取位置	断面積 (mm×mm=mm ²)	最大荷重 (N)	引張強さ (N/mm ²)	破断位置	母材の規格値 (N/mm ²)	合否
OT傾斜0°側	22.7×25.0=567.5	377,000	664	母材	570 ~ 720	合格
	22.8×25.0=570.0	375,000	658	母材		合格
VT傾斜25°側	22.5×24.9=560.3	358,000	634	母材	570 ~ 720	合格
	22.5×25.0=562.5	361,000	642	母材		合格

表-16 衝撃試験結果

試験片採取位置	ノッチ位置	試験片No.	試験温度 (°C)	シャルピー吸収エネルギー (J)		母材の規格値 (J)	合否
				各値	平均値		
OT傾斜0°側	溶着金属部	OD	-5	90	113	≥47	合格
				127			
				122			
	熱影響部	OH	-5	199	224	≥47	合格
				259			
VT傾斜25°側	溶着金属部	VD	-5	119	120	≥47	合格
				119			
				122			
	熱影響部	VH	-5	264	258	≥47	合格
				248			
				263			

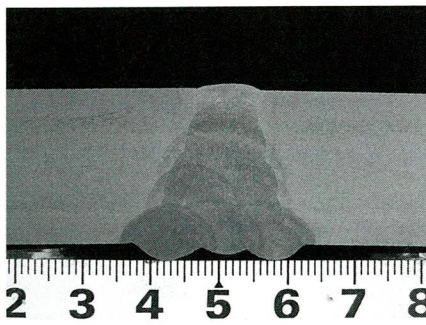


写真-8 マクロ写真（傾斜0°側）

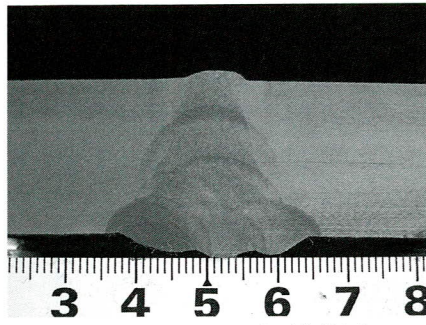


写真-9 マクロ写真（曲線部）

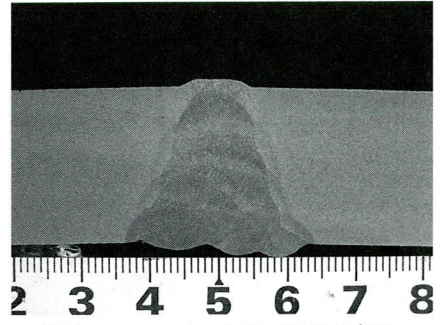


写真-10 マクロ写真（傾斜25°側）

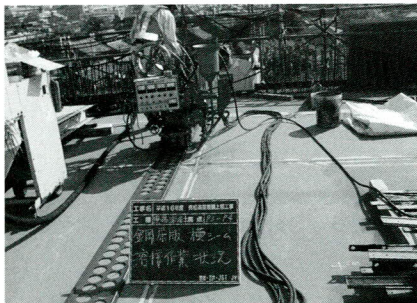


写真-11 タンデムサブマージアーク溶接作業状況



写真-12 斜め上向き自動溶接作業状況

施工性も問題なく標準となる溶接施工条件が得ることができた。

機械試験の結果も各試験項目において判定基準を満足しており、全て合格であった。

本試験により、板厚18mmにおけるタンデムサブマージアーク溶接施工方法は確立できたと考え、本工事の施工計画書に反映するものとした。

(2) 片面裏波斜め上向き自動溶接法

本試験で上向き→曲線部→斜め上向きの連続溶接を行った結果、傾斜角0°における適正トーチ角度にて、傾斜角25°の溶接を行っても特に問題はなかった。各姿勢での電流・電圧・速度の溶接条件は傾斜角0°の上向き溶接標準溶接条件とはほぼ同じであり、溶接中の微調整で十分対応できる範囲であることが確認できた。

機械試験の結果も傾斜角0°と傾斜角25°の各試験項目において判定基準を満足しており、全て合格であった。

本試験により、本橋下フランジの上向き→曲線部→斜め上向き連続溶接を行う場合の溶接条件が確立できたと考え、本工事の施工計画書に反映するものとした。

5. おわりに

片面裏波タンデムサブマージアーク溶接法は、10,000J/mmを超える大入熱溶接となるため、鋼材には大

入熱溶接用圧延鋼材（一EG鋼）を採用し、衝撃値の向上を目指して入熱量を低減させる溶接条件の探求に努めたが、L極T極の合算入熱量で10,000J/mmを切ることができなかった。ビード形状、必要溶着量、溶込み形状から考慮して、タンデムサブマージアーク溶接法では、これ以上入熱量を低減することは難しく、今後、より一層の衝撃値の向上を図るには、鋼材にHTUFF鋼「HAZ細粒高靱性化技術を用いて製造した鋼」²⁾を用いるなど、使用鋼材に着目した実験が課題となる。

本施工試験を行うにあたり、ご指導頂きました国土交通省中部地方整備局愛知国道事務所殿、及びJV工事関係者の方々、溶接条件等のご助言をくださいました日鐵テクノサービス株式会社、日鐵住金溶接工業株式会社の関係者の方々に対し、深く感謝申し上げます。

なお本橋の現場溶接は、現在施工中であり、平成19年10月末に竣工を迎える予定である。

<参考文献>

- 1) 村上貴紀ら：鋼管の現場溶接全周片面溶接（大宮市連絡通路橋），宮地技報No16（2000），PP4～10。
- 2) 櫻井謙次ら：建設構造高HAZ靱性鋼を用いたエレクトロスラグ溶接部の衝撃靱性に関する研究（その2），宮地技報No19（2003），PP31～39。

2007.2.12 受付

2006年 対外発表論文紹介

橋梁と基礎 Vol.40, No.9

発刊 2006年9月

発行 (株)建設図書

「上信越自動車北千曲川橋の施工

－鋼・コンクリート複合橋梁－」

笹井 幸男*1、桑山 豊六、佐藤 正勝

pp.11～17

橋梁と基礎 Vol.41, No.11

発刊 2006年11月

発行 (株)建設図書

「連続合成桁橋における合成床版の性能確認と品質管理

－首都高速埼玉新都心線見沼田圃地区高架橋－」

末吉 学*2、木村 真二*2、山本 泰幹*2、

伊藤 剛*3、佐藤 徹

pp.21～29

第61回 土木学会年次学術講演会概要集

発刊 2006年9月

主催 (社)土木学会

「鋼コンクリート合成床版の品質管理および補修方法に
関する検討－亀泉高架橋工事－」

永来 良吾*4、上原 勝*4、上原 正、山下 修平、
奥村 恭司、保呂 秀次

1-125, pp.249～250

「横桁で支持された合成床版を有する鋼2主桁橋の横倒
れ座屈の検討 (第二東名高速道路 須津川橋下り線)」

青木 圭一*5、萩原 直樹*5、阪野 崇人*6、川村 暁人、
永山 弘久

1-133, pp.265～266

「2方向面内圧縮力と活荷重を受ける鋼床版の終局強度
相関曲線」

尾崎 大輔、福本 和弘*7、北田 俊行*8、山口 隆司*8、
松村 政秀*8

1-331, pp.659～660

「鋼床版の横リブスリット部の実橋応力計測」

山本 泰幹*2、渡邊 健司*2、矢ヶ部 彰、林 暢彦

1-385, pp.767～768

「き裂を有する鋼床版のUリブ充填・桁補強工法の移動
輪荷重試験」

岡 俊蔵*9、相場 充*9、村越 潤*10、有馬 敬育*10、
林 暢彦、亀山 隆志*11

1-555, pp.1107～1108

「横桁で支持された合成床版を有する鋼2主桁橋の疲労
に配慮した構造検討 (第二東名高速道路 須津川橋下
り線)」

青木 圭一*5、萩原 直樹*5、川村 暁人、阪野 崇人*6、
永山 弘久

1-571, pp.1139～1140

「エレクトロスラグ溶接で製作された鋼製橋脚隅角部の
疲労損傷調査」

下里 哲弘*2、仲野 幸洋*12、小林 裕輔、栗田 繁実

1-574, pp.1145～1146

「丸柱・横梁ウェブ貫通により製作された鋼製橋脚隅角
部の疲労損傷調査と対策」

下里 哲弘*2、清川 昇吾*12、花岡 幸治、化 鍾福

1-576, pp.1149～1150

「丸柱・横梁を突合せ溶接により製作された鋼製橋脚隅
角部の疲労損傷調査と対策」

下里 哲弘*2、牟田口 拓泉*12、辻 幸佐、化 鍾福

1-578, pp.1153～1154

「車線間における大型車走行台数の偏りを考慮した鋼橋
の疲労設計用活荷重補正係数」

酒井 康成*13、中村 聖三*14、高橋 和雄*14、田川 拓哉

1-580, pp.1157～1158

「腐食鋼板の疲労強度評価法に関する一考察」

林 暢彦、森 猛*15

1-600, pp.1197～1198

「下路式桁橋のデザイン改善に関する考察」

熱海 晋、齋藤 展生*16、杉山 和雄*17

6-294, pp.587～588

「鋼床版桁の端横桁RC巻立て効果の振動計測」

渡邊 健司*2、山本 泰幹*2、佐藤 徹、飯野 元

CS02-008, pp.83～84

「成型鋼タイプの合成床版のコンクリート充填性確認
方法に関する考察」

吉尾 泰輝*2、木村 真二*2、上原 正、佐藤 徹

CS02-024, pp.115～116

「鉄筋コンクリート充填鋼管構造を用いたBow String Archの載荷試験(試験概要)」

深澤直道*¹⁸、塩井幸武*¹⁸、長谷川明*¹⁸、工藤 浩*¹⁹、永谷 秀樹

CS02-032, pp.131 ~ 132

「FRP打替え床版の輪荷重走行試験」

長尾千瑛*²⁰、久保圭吾、小牧秀之*²¹、石崎 茂*²²、平山紀夫*²³、松井繁之*²⁰

CS02-046, pp.159 ~ 160

「バルブプレートを補剛リブとする鋼床版の疲労特性に関する研究」

的場 栄孝、服部 雅史*²⁰、松井 繁之*²⁰、伊藤 正一*²⁴、古市 亨*²⁵

CS02-050, pp.167 ~ 168

「既設鋼床版の合成床版化による疲労耐久性向上に関する研究」

服部 雅史*²⁰、的場 栄孝、松井 繁之*²⁰、伊藤 正一*²⁴、古市 亨*²⁵

CS02-051, pp.169 ~ 170

第五回 道路橋床版シンポジウム講演論文集

発刊 2006年7月

主催 (社)土木学会

「鋼・コンクリート合成床版の施工と維持管理について」

橋 吉宏*²⁶、横山仁規*²⁶、上村明弘*²⁶、高田和彦*²⁶、数藤久幸*²⁶、佐藤 徹

(30),pp.205 ~ 210

「鋼・コンクリート合成床版の要求性能と検証方法に関する一提案」

山下 修平、保呂 秀次、奥村 恭司、佐藤 徹、永来 良吾*⁴

(31),pp.211 ~ 216

「鋼・コンクリート合成床版の構造および設計法の現状と課題」

高須賀 丈広*²⁷、久保 圭吾、碓山 晴久*²⁸、田村 一美*⁹、岸 雅之*²⁹、高林 和生*¹¹

(32),pp.217 ~ 222

「高靱性セメント複合材料で上面増厚した合成鋼床版の疲労耐久性に関する研究」

的場 栄孝、大田 展裕*³⁰、三田村 浩*³¹、今野 久志*³¹、松井 繁之*²⁰

(40),pp.265 ~ 272

「横桁で支持された合成床版の移動載荷疲労試験」

萩原 直樹*⁵、青木 圭一*⁵、栗田 繁実、阪野 崇人*³²、永山 弘久

(43),pp.285 ~ 290

「鋼・FRP複合永久型枠を用いた打替え用合成床版の疲労耐久性」

長尾 千瑛*²⁰、松井 繁之*²⁰、石崎 茂*²²、久保 圭吾、小牧 秀之*²¹、平山 紀夫*²³

(46),pp.303 ~ 308

「栈橋構造に適用したFRP合成床版の設計と施工」

久保 圭吾、西田 正人、河西 龍彦、筒井 秀樹*³³、松井 繁之*²⁰

(48),pp.315 ~ 320

「鋼・コンクリート合成床版(QSスラブ)の東海道新幹線上への適用」

石井 高広、鈴木 義孝、奥村 恭司

(49),pp.321 ~ 326

FRPの橋梁への適用に関する国際コロキウム/第2回 FRP橋梁に関するシンポジウム論文集

発刊 2006年1月

主催 (社)土木学会

「鋼材とFRPのハイブリッド型枠を用いた合成床版の開発」

久保 圭吾、能登 宥愿、松井 繁之*²⁰、長尾 千瑛*²⁰、石崎 茂*²²、平山 紀夫*²³、宮永 直弘*²³、小牧 秀之*²¹、

pp.81 ~ 84

*¹ 東日本高速道路(株)、*² 首都高速道路(株)、*³ (株)川田工業、*⁴ 国土交通省関東地方整備局高崎河川国道事務所、*⁵ 中日本高速道路(株)、*⁶ 宮地・瀧上共同企業体、*⁷ Hitz日立造船(株)、*⁸ 大阪市立大学大学院、*⁹ 三菱重工業(株)、*¹⁰ (独)土木研究所、*¹¹ 松尾橋梁(株)、*¹² (財)首都高速道路技術センター、*¹³ (株)ハルテック、*¹⁴ 長崎大学、*¹⁵ 法政大学、*¹⁶ パシフィックコンサルタンツ(株)、*¹⁷ 千葉大学、*¹⁸ 八戸工業大学大学院、*¹⁹ (株)長大、*²⁰ 大阪大学大学院、*²¹ 新日本石油(株)、*²² (株)富士技建、*²³ 日東紡績(株)、*²⁴ 国土交通省近畿地方整備局京都国道事務所、*²⁵ (財)海洋架橋・橋梁調査会、*²⁶ (社)日本橋梁建設協会、*²⁷ 川鉄橋梁鉄構(株)、*²⁸ (株)東京鐵骨橋梁、*²⁹ 片山ストラテック(株)、*³⁰ 前田建設工業(株)、*³¹ (独)北海道開発土木研究所、*³² 瀧上工業(株)、*³³ 第一コンサルタンツ(株)

グラビア写真説明

米子 JCT Cランプ橋上部工事

本橋は、米子自動車道終点の米子I・Cから米子市内（高規格道路—米子道路）へのアクセスとして事業促進を計る為に計画された「ランプ橋」である。米子道路は、西伯郡大山町安原から米子市陰田町までの（全線14.2Km）自動車専用道路であるが、本橋の完成により、山陰の地方都市間の連携強化は元より、中国横断道岡山米子線との連携、更には山陽、四国地方の都市圏方面との交流促進に寄与するなど、このランプ橋が架け橋となり、今後は益々利便性の向上・地域間交流の活性化を計り、島根県・松江方面へのアクセス道路としても活用される事でしょう。（三橋 裕）

押込橋

押込橋は、長野県白馬村の中心を流れる姫川に架かる木床版吊橋です。白馬村は、全国でも有名なウインタースポーツのメッカであり、またここ大出地区は、昔ながらの萱葺き屋根をもつ小屋や静かに流れる姫川があり、その後方には雄大なアルプスがそびえ、1年を通じて多くの写真家や美術家が、この地を訪れます。押込橋は、この地区の風情にあった木製吊床版を有しています。そして平成15年に完成した大出吊橋とともに、この一帯を訪れる観光客や地域住民の憩いの遊歩道です。（山田 豊）

鋼製橋脚隅角部補強工事1-2（東京）

首都高速道路では、疲労により発生した隅角部のき裂に対し、補強およびき裂の補修に取り組んでいる。発生したき裂に対する補強・補修方法は、各橋脚の構造ごとに異なり、特に円柱橋脚の補修方法については確立された補修事例がなく、1橋脚1き裂ごとに検討・対処していかななくてはならない状況で、非常に難易度が高い工事であった。

（清水 達也）

田浦FRP橋側歩道

JR横須賀線の上を跨ぐ京浜急行電鉄本線田浦跨線橋の橋側歩道新設工事に、当社の開発したFRP検査路が鉄道歩廊として採用されました。採用理由は、軽量で重機による設置の不要、メンテナンスフリー等による性能、経済性、施工性によるものです。

これまでの当社FRP製品は、道路橋のFRP合成床版、検査路、マンホールとして使用されていますが、施工条件の厳しい鉄道橋に用途無限大の当社FRP製品の採用が益々得られればと思います。（齋木 敦）

新下タビ橋上部工

本橋は、物部川の支流楮佐古川に位置する、上路式単純トラス橋です。桁製作工事は現香美市（当時物部村）より、平成11年10月に発注されましたが、現地土砂災害等により桁架設工事発注が大幅に遅れ、平成18年7月高知県中央東土木事務所より今回の工事発注となりました。

約6年もの間、当社千葉工場にて桁の保管を経て、無事竣工する事が出来ました。景観、環境にも配慮したこの新下タビ橋が、地元の方々にご活用される事を願っております。（淵上 哲也）

グラビア写真説明

開橋側道橋

主要地方道枚方山城線は、一般国道307号と主要地方道上狛城陽線を結ぶ道路で、地域の東西を結ぶ生活道路としても重要な役割を担っております。また近年、関西文化学術研究都市の建設により大規模な市街地が形成されております。その路線のうち、一級河川木津川に架かる開橋は、歩道が狭い上、交通量も多いことから自転車及び歩行者の安全を考え、本橋である側道橋設置工事が行われました。今後、地域住民の重要なネットワークの一つとなる事を期待しております。

(淵上 哲也)

富士ソフトABC秋葉原ビル

現在急激に進化している秋葉原で今一番超高層なビルが富士ソフト秋葉原ビルとなります。1階から7階は一般に開放されており、テナント、大会議場、テレビ会議室など貸ホールとして運営。8階から31階までは事務所フロアとなります。加えて震度7を越える地震にも耐えうる建築基準法の1.5倍の強度を確保した地震対策を導入、とくに身近なのは1階の吹き抜けのエントランスに壁一面に描かれたモザイクタイルの壁画です。ぜひ秋葉原にお寄りの際は足を運んでください。必見です。

(百瀬 太博)

赤坂五丁目 TBS 開発新築工事 A1 業務棟

前回当社で施工いたしました赤坂にありますTBS放送センター前に新たに業務棟を中心とした放送事業と連動した最先端の情報発信地が誕生します。地上39階は高さ179mとなり新たなランドマークとなるでしょう。3階までの低層棟にはオフィスサポート店舗やレストランなどの商業施設、4階からは賃貸オフィスで構成されます。赤坂界隈の更なる活性化の中心となるでしょう。

(百瀬 太博)

新横浜駅ビル（仮称）新設ほか

近年の横浜市の発展は著しいものがあり、人口も拡大の一途を辿っていると報じられている。その横浜市の西方港北区新横浜は、新幹線新横浜駅が出来て以来、サッカースタジアムやアリーナ、ラーメン博物館等々が建設され、多くの人達の集まる所となっていた。本工事は、その中心となる新幹線新横浜駅に新しい駅ビルを建設しようとしたものである。柱には丸鋼管を、仕口部には遠心鋳鋼管を使用した他に例の少ない構造である。新幹線に隣接している為、約1/3は夜間工事となるなど特別の注意が要求される仕事であった。

(西原 英次)

松本構内自由通路新設他

松本駅は中央本線、篠ノ井線、大糸線に加え松本電鉄が乗り入れしている交通の要衝である。松本市では、2007年の市制100周年を迎えるに当たり、駅周辺の利便と快適性の向上を図るため松本駅東西自由通路設置をJRに委託し施工した。

松本市は北アルプスを背後に控えた観光都市でもあり、景観を考え屋根部はアルプスの山並みをデザインしたものとなっている。線路上空の工事であり、夜間架設であったが、当社松本工場関係者の努力と地の利をいかして滞り無く納めることができた。

(尾崎 博昭)