

○（財）鉄道総合技研 正員 阪本謙二
同 上 正員 阿部 允
横河橋梁製作所 正員 深沢 誠

1. まえがき

鋼鉄道橋に発生した疲労亀裂のうち、補剛材下端等のすみ肉溶接止端部に発生した疲労亀裂（図-1）については、ガウジングして再溶融し、グラインダーで仕上げ、さらに補強のための板等を高力ボルトで添加するなどの対策がとられている。しかし、溶接を行えば部材の変形などによる悪影響の恐れがあり、また、補修箇所が多い場合には板を添加する方法は多大な経費を要することになる。したがって疲労亀裂の発生原因やその損傷度によっては、亀裂部分のみに手を入れる簡易な方法をとることが望ましい。

また、疲労亀裂の発生が確認されていない箇所においても、すみ肉溶接止端部の疲労強度の向上を図り、新たな亀裂の発生を防止することが得策である。

このようなすみ肉溶接止端部の疲労亀裂の補修および疲労強度向上の効果的かつ経済的な方法として、近年、TIG処理が注目されている。TIG処理は非消耗のタングステン電極によりすみ肉溶接止端部を再溶融する方法である。

TIG処理の実橋への適用にあたり、施工試験を行い、施工条件、施工方法等を確認した。

2. 施工試験

2.1 下向きでのTIG処理

基礎的な施工方法として、まず、下向き姿勢でのTIG処理を実施し、種々の検討を行った。図-2に処理範囲および検討項目を示す。溶け込みに影響を及ぼすと考えられる溶接電流および再溶融の施工順序を変えて、TIG処理ビード外観、回し溶接部の溶け込み量調査を行った。調査結果を表-1に示す。ビード外観については、溶接電流が280Aの場合、止端形状が若干悪くなり、また、電流が高いとTIGビード止端部がカットきみになることから、溶接電流は240A程度に押えることが最適と判断した。次に、回し溶接部の溶け込み量に関しては、先行溶接のクレーターを回し部とする方法（B, D）が比較的溶け込みがよいことがわかった。

このため、さらに、Bシリーズの電流値240Aを基本条件とし、種々の施工条件により溶け込

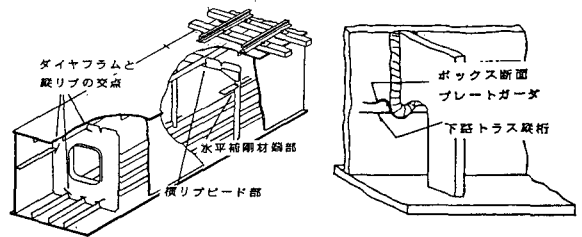


図-1 対象とする疲労変状

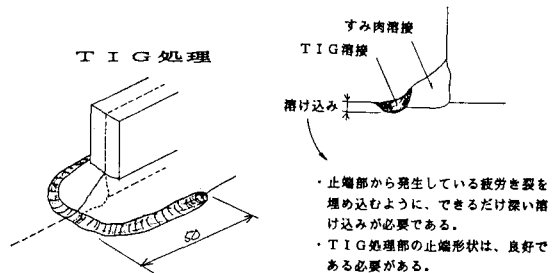


図-2 TIG処理の範囲および検討項目

表-1 回し溶接部のTIG処理による溶け込み

単位：mm

溶接姿勢	TIG処理方法		溶接電流				
	運轉方法	マーク	200A	220A	240A	260A	280A*
下向き		A	2.5	2.7	2.5	2.7	2.8
		B	2.2	2.7	2.8	3.0	2.8
		C	2.0	1.8	2.0	1.8	2.2
		D	2.2	2.6	3.0	3.3	2.5
		E	2.0	2.5	2.5	2.5	2.0
		F	1.5	1.7	2.0	2.5	2.2

*280Aの場合、TIG再溶融部の形状がカットきみで悪くなる傾向にある。

表－2 施工条件による溶け込み量



評価
 ○ 3mmより大
 ○ 2.5～3mm
 △ 2.5mm未満

試験シリーズ		施 工 条 件								溶 け 込 み	
条 件	マ ー ク	電 極	電 流	電 圧	速 度	狙い位置	トーチ角度	ワイピング	ガス流量	溶け込み	評価
	B 1 1	3.2mm	240A	13～14V	46～58s	止端部	前進	なし	10ℓ/min	3.0mm	◎
狙 い 位 置	B 1 2					+1mm (主材側)				3.3	○
	B 1 3					-1mm (すみ肉側)				1.8	△
ウイピング	B 2 1				68s			あり		2.7	○
電 圧	B 3 1			16V (3mm)						2.0	○
	B 3 2			15V (2mm)						2.6	△
速 度	B 4 1				34s					2.4	△
	B 4 2				70s					2.7	○
トーチ角 度	B 5 1						直角			3.2	◎
トーチ 狙 い 位 置	B 6 1					0	直角			2.5	○
	B 6 2					+1mm	直角			3.4	◎
	B 6 3					-1mm	直角			2.4	△
ガ ス 流 量	B 7 1								15ℓ	2.5	○
	B 7 2								5ℓ	2.7	○
電 極	B 8 1	24mm	200A	12～13V	46S					1.4	△
	B 8 2	24mm	180A	11～12V	55s					1.8	△

みを調査した。調査結果を表－2に示す。溶け込みを大きくするためには、狙い位置を主材側とし、トーチ角度を直角とすることが有効である。しかし、前者は、TIG処理による最大溶け込み位置と亀裂発生位置とがずれる心配がある。さらに、後者については、施工上、トーチを直角に保てないことも考えられるため、今後、トーチの保持装置などの開発を含めた検討も必要である。なお、ワイピング操作、ガス流量は溶け込みに大きく影響する因子ではないことがわかった。

以上より、下向きTIG処理での最大溶け込み量を得る施工条件として表－3の結果を得た。なお、この条件においてビード外観も問題なかった。

表－3 下向きTIG処理の施工条件

選棒方法	先行溶接の終点を回し部とする
電極の径	3.2mm
溶接電流	240A前後
溶接電圧	13～14V（アーク長は0～1mm）
溶接速度	45～60s/100mm
狙い位置	わずかに主材側をねらう
トーチ角度	出来る限り直角を保つ

2. 2 立向きでのTIG処理

立向きでの施工試験においては、下向きTIG処理と同様に、溶接電流、アーク謎ぎ方法を変えて調査した。この結果、立向きでのTIG処理（下端側）は、下向きに比べて溶け込みが少なく、不安定な傾向となったが、下向きと同様、回し溶接部をクレーターとした方が溶け込みが多く、240A～260Aで2mm程度であった。ビード外観を考慮すると電流値についても240Aが最適であった。これらの結果から、立向きTIG処理の施工条件としては下向きの条件（表－3）と同等とし、溶接速度のみは若干速くすることが最適と判断した。

3. 実施工における検討事項

施工試験結果に基づき、実橋の補剛材下端部のすみ肉溶接止端部にTIG処理を施工した。今回、施工した橋梁においては回し溶接部で、すみ肉溶接ののど厚が小さいものがあり、これについてはTIG処理の前に肉盛溶接を行った。今後はこのようなデテールにおける経済的な施工方法を検討する必要がある。

今回の施工試験では、目視検査で発見が困難な微小亀裂（深さ2mm以下程度）を溶かし込む効果を確認できた。しかし、亀裂深さが大きい場合には、TIG処理で完全に亀裂を溶かし込むことができないため、疲労亀裂の有無と亀裂深さを推定する簡易な非破壊検査方法の検討が必要である。