

松尾橋梁 (株) 正会員 ○牧野良一

松尾橋梁 (株) 機井 怜

松尾橋梁 (株) 正会員 岩田良平

1 まえがき

高張力鋼を使用したトラス弦材かど継手部における、部分溶込みグループ溶接ルート部に発生するブローホールが疲労耐力を低下させることは、すでに報告されている。一方、溶接部のブローホール発生原因およびその形態などについても多岐にわたって研究報告され、ほぼ明らかにされているところである。本試験においては、特にかど継手におけるし型剛先部分溶込み溶接部のルート部分に包含されるブローホールについての発生要因を調査する為、施工上の見地より、溶接前の剛先部の清浄度、ルート部の密着度、仮付け溶接後の放置時間、さらに、本溶接中の電流変動とルート部のブローホール発生状況を検討した。

2 試験体の製作

本試験に使用した鋼板は、すべてSM50A板厚36mmであり、試験体の形状および標準剛先形状は図-1に示す通りである。水平材は自動ガス切断で剛先加工を行なった後、剛先面、ルート面をエンドレス研摩を施した。立板材の研摩は清浄度試験については後述する種々な方法で研摩し、その他はすべて水平材と同様、エンドレス研摩を行なった。

仮付けおよび1パス目の溶接はMAG半自動溶接法により行ない、2パス目はタンデムサブマージーク溶接法で行ない、仮付けおよび1パス目溶接ビードを再溶融させた。各試験体はいずれも2体作製した。各溶接法における溶接材料および溶接条件を表-1に示した。

3 試験方法および試験結果

試験溶接完了後、溶接ルート部のブローホールを判別し易くする為、溶接金属部にノッチを入れ、さらに、ドライアイスアルコール槽で-80℃まで冷却して破断した。破面の観察は8倍の拡大鏡により行ない、ブローホールの個数と長さを記録し、発生状況を検討した。

剛先部の清浄度の影響については、黒皮材とシンクリッチプライマー材の2種類の表面状態の違った鋼板を使用した。それぞれの鋼板について、ショットブラスト法とエンドレス研摩法の2方法で清浄化した溶接ルート部の試験結果においては表-2および図-2に示したように、清浄方法が同じであれば、ブローホールの発生個数は著しく黒皮材の方が少なく、また、大きさも小さい。シンクリッチプライマー材においては、エンドレス研摩回数が増えるにつれてブローホールの大きさは小さくなる傾向を示した。

ルート部の密着度の影響については、ルート部分の形状が図-3に示したように通常型、ガラステープをルート面に挟んで組立てた密閉型およびルート面にテーパをつけた開放型の3種類について比較した。本試験結果においては表-3に示すように、密閉型は他型に比べ、発生したブローホールが大きく、また、発生個数也多

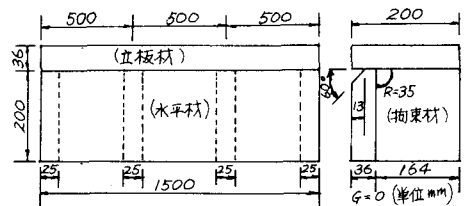


図-1 試験体形状

表-1 各溶接法における溶接材料および溶接条件

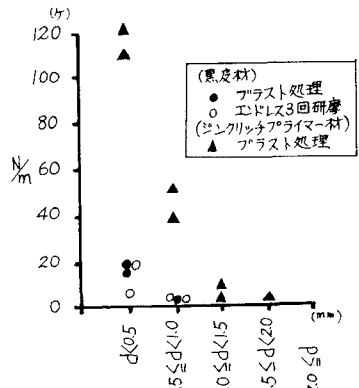
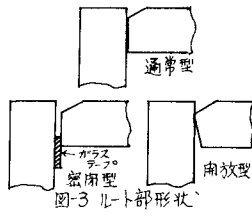
溶接法	溶接材料	溶接条件
MAG半自動溶接	Y-M-28 1.2mmφ Ar+20%CO ₂ 25 g/min	180A 26V 60cm/min
タンデムサブマージーク溶接	Y-D-M (L) 4.0mmφ (T) 4.8mmφ YF-15 20×D	(L) 800A 30V (T) 600A 32V 溶接速度 48 cm/min

表-2 剛先部ルート面の清浄度の影響

研摩法	母材表面	N/m		
		1	2	平均
ブラスト処理	黒皮	20.1	14.6	17.4
	シンクリッチプライマー	16.0	17.0	16.5
エンドレス研摩	黒皮 3*	7.3	21.9	14.6
	シンクリッチプライマー 1	406.7	752.5	579.6
	シンクリッチプライマー 2	112.5	177.6	145.1
	シンクリッチプライマー 3	220.8	199.1	210.0

※ 研摩回数を示す。

い。 放置時間の影響については、仮付け溶接後直ちに試験溶接を行なったもの、および、試験溶接開始時まで湿度 80 % の環境下で 24、48、72、120 時間放置した 5 段階について試験したが、表-4 に示すように放置時間 0 ~ 120 時間におけるアローホール発生量には余り変化がなかった。



溶接電流の変動についての影響を調べるため、普通トランスと定電流化トランスの2種類の溶接トランスを使用した。各トランスの1次側に同じく結線した、試験に使用した溶接機とは別の溶接機とラップ溶接を行ない、試験溶接中に1次側の負荷を変動させた。また、トランスと溶接機間のキャップタイヤーケーブルを伸縮させて、2次側のインピーダンスを故意に変動させた。自記記録計で記録した溶接電流、溶接電圧の変動率は電流で約 0.5 %、電圧で約 0.6 % であった。一次側の負荷変動に対するアローホール発生量は表-5 に示すように両トランスについては顕著な差はないが、アローホールの大きさは図-4 に示すように定電流化トランスを使用した場合が小さくなる傾向を示した。

4 まとめ

黒皮材とシンクリッチアライマー材を比較すればシンクリッチアライマー材に対して完全な清浄度を得るのは困難であるが、エンドレス3回研磨を行なうことにより大きなアローホールの発生は防止出来る。しかし、微少なアローホールを完全に無くすることは出来なかった。自走式エンドレス研磨1回での研磨量は約 0.06 mm 程度であるが、むやみに研磨回数を重ねると板厚が薄くなる。ルート部の形状は図-3 の開放型にすると、アローホールの発生量は減少するが、余り間隙を大きくすると溶接金属が溶落して溶込み線が不整になる。仮付け溶接後の放置時間と電流変動については試験数が少なく結論付けるのは困難であるが、本試験結果では顕著な影響は見られなかった。

今回はアローホール発生の要因と思われる4要因について調べたが、本試験結果においては特に開先部の清浄度が他の3要因に比べて、アローホールの発生個数に大きく影響している。

アローホールの発生要因は本試験で行なった以外にもあるが、いかに大きなアローホール発生に影響の少ない要因であっても、そのような溶接雰囲気が発生したアローホールを助成して大きなアローホールに成長すると考えられる。従って、微細なアローホール発生要因にも十分な配慮が必要である。

表-3 ルート部の密着度の影響

ルート部形状	No	N _m (d=長さ) mm					合計
		d<0.5	0.5≤d<1.0	1.0≤d<1.5	1.5≤d<2.0	2.0≤d	
密閉型	1	0	144.3	121.5	31.1	19.2	316.0
	2	24.7	107.8	254.8	33.8	24.7	445.7
通常型	1	5.5	1.8	0	0	0	7.3
	2	19.2	2.7	0	0	0	21.9
開放型	1	1.8	0.9	0	0	0	2.7
	2	2.7	0	0	0	0	2.7

表-5 溶接条件の変動による影響

変動条件		使用トランス			N _m		
		普通トランス		定電流化トランス	1	2	平均
同一電源併用溶接	あり	普通トランス	30	24	27		
	なし	普通トランス	66	12	39		
溶接中のキャップタイヤーの移動	寄せる	普通トランス	40	44	42		
	伸ばす	普通トランス	28	24	26		
溶接中の継手形状の変化	寄せる	定電流化トランス	36	12	24		
	伸ばす	定電流化トランス	4	8	6		
	あり	普通トランス	12	60	36		
	なし	普通トランス	48	20	34		
	あり	普通トランス	56.7	40	48.4		
	なし	普通トランス	110	16.5	137.5		

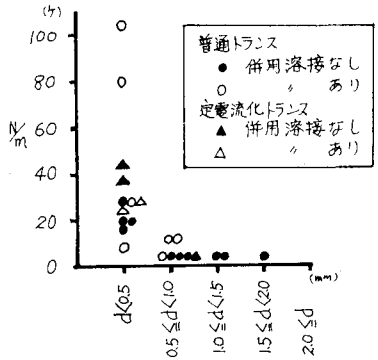


図-4 溶接条件の変動と発生アローホールの大きさ(d=長さ)