

三井造船(株)	正員	大久保 剛
新駒井鉄工所		森本 長典
本四公団	正員	奥川 彦志

1. はじめに

前報で述べられているように、道路鉄道併用吊橋である大鳴門橋の主構弦材の製作においては、疲れ強さの確保という点から、溶接施工に関し様々な検討がなされている。本報告はこれらの検討、対策のうち 部分溶込みかじ継手のルート部に発生するブローホールに関する事項について述べたものである。

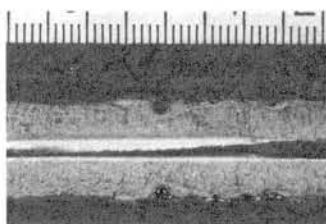
2. ブローホールについて

小型試験において発生したブローホールの例を写真1に示す。これらのルート部に開口するブローホールの発生原因は、開先面のプライマー、酸化皮膜、錆、水分、ゴミ等の不純物が 溶接時の高温によりガスを発生しそれがルート部における未溶融の母材と溶接金属との境界に捕さくさるためであると考えられる。この様なブローホールの発生を防ぐためには、

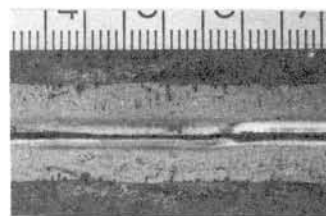
①開先部を清浄にすること。

②板付溶接を再溶融する充分な溶込みを得る溶接条件を選択すること。

が有効であることが小型試験ならびに各方面の研究結果から判明している。これらのことを前提に 実部材の施工法を確立、確認すべく中型試験、パイロットメンバー溶接施工試験を実施した。



(a) 球状のブローホール



(b) パイア状のブローホール

写真1 ブローホールの例

3. 中型試験、パイロットメンバー溶接施工試験

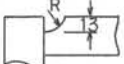
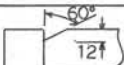
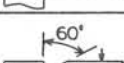
主構弦材のかじ継手の溶接方法としては、ガスシールドアーク溶接、サブマージアーク溶接が考えられ、これらの溶接法の間では発生するブローホールの数に差はないことが報告されているが、大鳴門橋補剛桁工事においては、磁気吹き等の面から全社ともサブマージアーク溶接を採用している。表1に共同企業体各社における

かじ継手の溶接施工

表1 かじ継手溶接施工条件の概略

法の概略を示す。

設備、実験経過の違いにより各社で多少異なるが、いずれの施工条件も、健全なかじ継手溶接部を得ることを目的として小型試験より選定したものである。

	開 先 形 状	溶 接 方 法	1 層 目 の 溶 接 条 件						溶 接 材 料
			電 流 (A)		電 圧 (V)		速 度 (cm/min)		
A 2 社		シングル サブマージアーク 溶接	600		30		30		ワイヤ : 4.0 ~ 4.8 mmφ
B 1 社		シングル サブマージアーク 溶接	750		32		26		
C 5 社		タンデム サブマージアーク 溶接	先行	700 ~ 750	先行	30 ~ 33	HT 70	60	フラックス : 溶 融 形
			後行	550 ~ 620	後行	32 ~ 38	SM 58	55 ~ 40	

中型試験は、小型試験で得られた結果を実施工に対して適用する際の問題点を見出すために行う。たものである。その結果、表1に示した基本的な施工条件は問題なく、小型試験と同程度の健全なルート部が得られたが、20mにおよぶ長さの部材の下地処理を如何に均一に行うか、また一旦下地処理した開先部を初層溶接終了まで如何に清浄に保持するか等、施工管理上の課題が残された。そこで、下地処理のための自動研削装置の考案等を命じ、詳細な作業要領、管理目標およびその要領を作成し、溶接施工試験としてパイロットメンバーと各社1体づつ計8体製作した。写真2に、

自動研削装置による酸化皮膜除去作業の一例を示す。

表2はパイロットメンバーの破面試験結果を8社分まとめて示したものであるが、これまじの検討結果を充分反映しているといえる。かど継手、すみ肉継手において発生したブローホールの約80%は長径1.0mm以下の極く微小なものであり、また長径が1.5mmを超えるブローホールの大多数は、幅が0.3mmから0.5mmの針状のものであった。発生したブローホールのうちもっとも大きなものは幅2.0mm高さ2.4mmであった。

写真2
自動研削装置
の一例



表2 パイロットメンバーの破面試験結果(8社分)

	破面長さ (8社)	ブローホール発生状況					
		—	0.5<d≤1.0	1.0<d≤1.5	1.5<d≤2.0	2.0<d	計
かど継手	98.3 (m)	総数 (個)	110 (16)※	19 (7)	5 (3)	3 (0)	137 (26)
		平均 (個/m)	1.12	0.19	0.05	0.03	1.4
すみ肉 継手	46.7 (m)	総数 (個)	36 (6)	6 (2)	4 (3)	2 (2)	48 (13)
		平均 (個/m)	0.77	0.13	0.09	0.04	1.0

※ () 内はその内で針状ブローホール(高さ/幅>2)の個数を示す。

4. まとめ

実施工にかかる最終的な試験であるパイロットメンバーの結果、ブローホールの発生数は、かど継手では総延長98.3mに対して1mあたり1.4個、すみ肉継手では46.7mに対して同じく1.0個で

あった。これらの値は、実橋の製作に対しても従来の検討結果を反映させることができることを示しているといえる。

最後に、本工事におけるかど継手のブローホール防止対策の概略を表3に示す。

表3 ブローホール発生防止対策の概略

項 目	対 象 箇 所	作 業 要 領	管 理 ポ イ ン ト
開先部の 下地処理		D : 酸化皮膜の除去 自走式ベルトグラインダー、自動研削機あるいは開先加工と合せて機械加工で行う P : プライマーの除去 ペーダマシンまたは自走式ベルトグラインダーで行う	下地処理は完全な金属面が出るまで行う グラインダーの目は溶接線と平行になるようにする 機械加工において目が直角方向になる場合は20S程度以下とする
開先精度 (ルートフェースの直角度)		ガス切断あるいは機械加工 下地処理方法による	d : 十方形0.3mm以下 (ルートギャップ0.5mm以下)
予 熱		予熱は仮付溶接、本溶接とも電気ヒータで行う ガスバーナーによる補助予熱をA部に対し行う場合がある	ガスバーナーによる補助予熱は下地処理した開先部に結露しないようにする
組立後の放置 (シーリング溶接)	かど継手すみ肉継手全線	CO ₂ 半自動溶接 または MAG半自動溶接	仮付溶接後直ちに行う のど厚4~5mm