

y 形溶接割れ試験に基づく SBHS700 を用いた溶接継手の溶接性の検討

岐阜大学 ○梶田太一，木下幸治

1. はじめに

鋼橋への橋梁用高降伏点鋼材 SBHS 鋼の適用は軽量化や製作コスト低減など、極めて大きな効果が期待できる。しかし、SBHS 鋼の適用は東京ゲートブリッジに見られるように予熱フリーを実現可能な SBHS400 や SBHS500 に留まっている。今後、より高強度の SBHS700 の適用を実現するためには、ネックとなっている溶接時の予熱の課題解決を目指した新たな溶接方法の提案が必要と考える。特に、溶接継手における予熱の緩和は、鋼橋製作の省エネルギー化、並びに SBHS700 の使用拡大に繋がることであり、その効果は大きい。

この課題に対し、SBHS700 を使用した溶接継手を対象に、超低水素系溶接材を使用し、かつ軟質溶接とした溶接継手の溶接性について y 形溶接割れ試験により検討してきている。その結果、予熱なしで、かつその熱影響部の硬さが $Hv \geq 350$ となった試験体であっても溶接割れは確認されなかった¹⁾。

本研究は、文献 1)の研究に続き、文献 1)で使用した溶接材と水素量が異なる溶接材を用い、また、入熱量を増加させ、溶接割れが生じやすくした y 形溶接割れ試験を実施し、溶接割れ発生メカニズムを明らかにすることを試みた。

2. 試験方法

y 形溶接割れ試験体の形状を図-1 に示す。試験体は JIS の y 形溶接割れ試験方法 (JIS Z 3158-1993) に準じている。図-1 中のルート間隔 g は 2mm とした。板厚 32mm の SBHS700 を用いた。溶接方法は溶接棒による被覆アーク溶接 (SMAW) とし、表-1 に示すように 6 つの溶接条件で行った。SBHS700 鋼材用の溶接材料、すなわち、780MPa 級高張力鋼用の超低水素系の溶接材料として、LB-80UL (JIS Z3211E7816-N4CM2) を用いた。さらに、軟質継手を採用した場合の溶接性について検討するために、550 ～ 610MPa 級高張力鋼用の溶接材料 LB-62 (JIS Z3211E6216-N1M1)、490MPa 級高張力鋼用の溶接材料 LB-52 (JIS Z3211E4916) も用いた。なお、いずれも

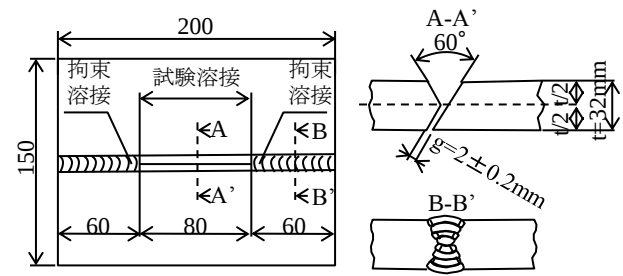


図-1 y 形溶接割れ試験体

表-1 試験条件

条件	溶接方法	溶接材料	予熱	入熱量	温度、湿度	個数
●A-1	SMAW	LB-80UL	無	1.7 kJ/mm	20度、60%	2
■A-2		LB-62UL				2
▲A-3		LB-52UL				2
○B-1		LB-80UL		2.9 kJ/mm	28度、50%	4
□B-2		LB-62				4
△B-3		LB-52				4

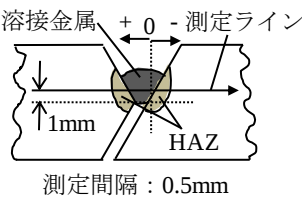


図-2 硬さ測定位置

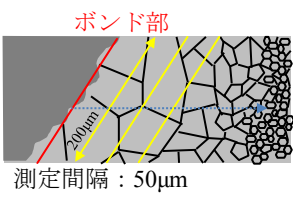
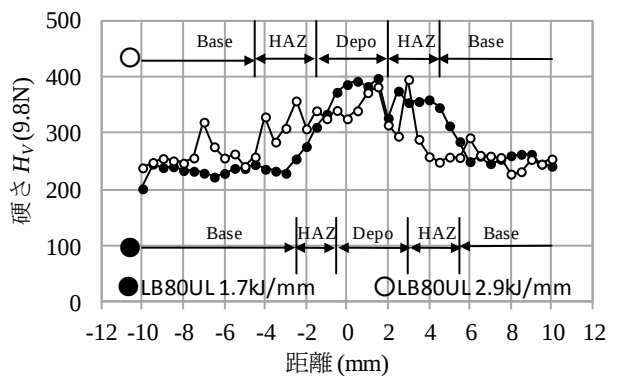


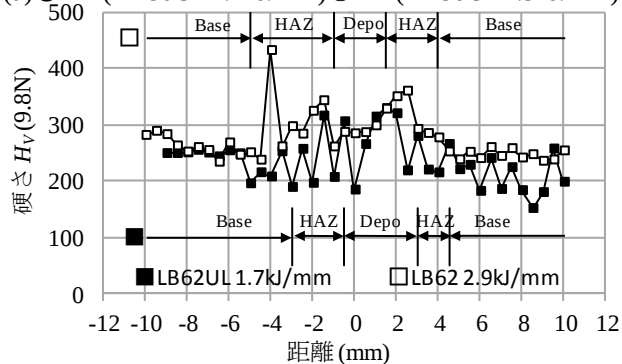
図-3 粒径測定方法

市販の溶接棒で $\phi 4.0\text{mm}$ 径である。試験条件を表-1 に示す。溶接姿勢は下向きで実施した。予熱は無とした。割れの観察に用いた 5 横断面の位置は試験溶接部において開先と平行に置かれたビード両端の位置およびその間を 4 等分した位置とした。割れの観察面はマクロ試験を実施した。割れが検出された場合、割れた破断面の SEM による観察も実施した。一方、入熱量を高くすることで一般的にボンド部から熱影響部の組織が粗大化し、靱性が低下することが知られている。本研究では入熱量を 1.7kJ/mm とした文献 1)の試験体¹⁾の粒径との比較を行うこととした。平均粒径は鋼—結晶粒度の顕微鏡試験方法^{2),3)} (JIS G 0551) に従い測定した。測定方法の詳細を図-2 に示す。ボンド部を直線に近似し、その線に平行な線を 50 μm 間隔で 200 μm の直線を引き粒界の交点数から粒径を測定した。

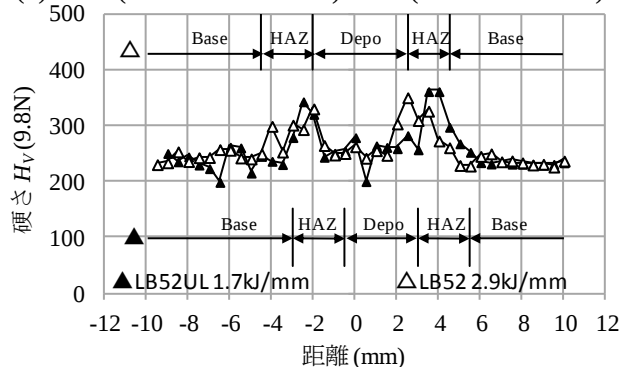
マイクロビッカース試験機を用いてマイクロビッカース硬さ試験 (JIS Z 2244) に則り硬さを測定した。測定箇所は試験ビードスタート側の横断面を図-3 の



(a) ●A-1(LB80UL1.7kJ/mm) ○B-1(LB80UL2.9kJ/mm)



(b) ■A-2(LB62UL1.7kJ/mm) □B-2(LB62 2.9kJ/mm)



(c) ▲A-3(LB52UL1.7kJ/mm) △B-3(LB52 2.9kJ/mm)

図-4 ビッカース硬さ試験結果

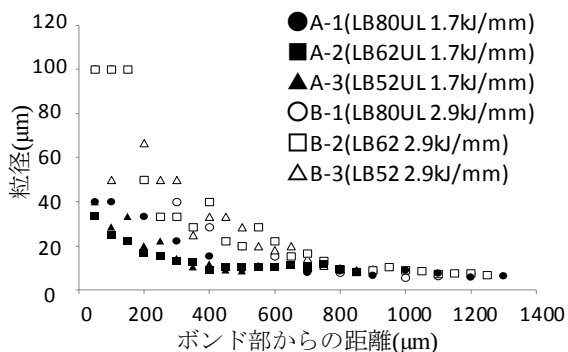
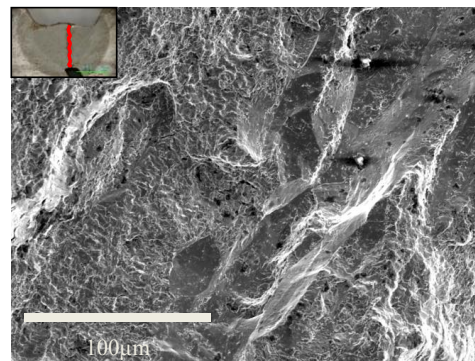


図-5 粒径計測結果

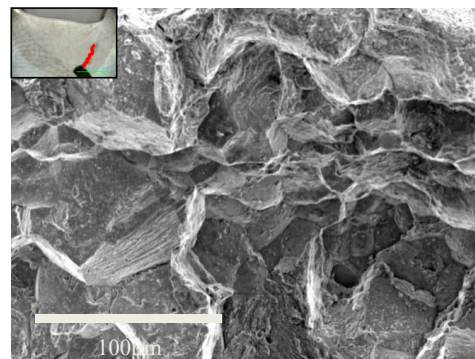
要領にて計測した。

3. 試験結果と考察

図-4に硬さ試験結果を示す。計測結果の中には $H_v \geq 400$ 以上となる結果も見られたが、全体的に入熱量の違いによる硬さの変化は確認されなかった。図-5に粒径



(a) ○B-1(LB80UL 2.9kJ/mm) 溶接金属中央破断面



(b) △B-3(LB52 1.7kJ/mm) ボンド部破断面

図-6 破断面のSEM観測結果

測定結果を示す。入熱量の増加に伴い粒径が粗大化することが確認されたが、溶接材料の違いによる変化は確認されなかった。図-6に溶接割れが確認された試験体の破断面を示す。溶接条件の違いにより割れの発生箇所が異なることが確認された。表-1に示す試験条件○B-1では溶接金属部中央、□B-2及び△B-3ではボンド部で割れが確認された。両破断面をSEM観察したものを図-6に示す。溶接金属部中央とボンド部で割れた破断面の様相は異なり、ボンド部で割れた破断面は図-6(b)で示すように粒界に沿って割れが発生していることがわかった。これは粒界破壊の脆性破面の特徴であり、水素脆性による遅れ破壊破面に多く観測される破面⁴⁾とよく類似している。よって、ボンド部で生じた割れは水素に強く起因した割れであることが言え、軟質継手を採用したことで溶接時の拘束応力の低減が可能となったが、溶接材料中の水素量が比較的多かったため、水素に起因した割れが発生したと考えられる。

参考文献

- 1) 木下幸治, 荒川慎平: 超低水素系溶接材を用いた橋梁用高降伏点鋼材 SBHS700 溶接継手部の溶接性, 鋼構造年次論文報告集, 第20巻, 2012.
- 2) JIS G 0551(ISO 643): 鋼-結晶粒度の顕微鏡試験方法, 日本規格協会, 2013
- 3) E.E.Underwood, "Quantitative Metallography," ASM Eng.Quart., 1,(3),70, 1961
- 4) 藤木榮: 100 事例でわかる機械部品の疲労破壊・破断面の見方, 2002.