

y 形溶接割れ試験に基づく橋梁用高降伏点鋼材を用いた溶接継手の溶接性の検討

岐阜大学 学生会員 ○梶田太一
岐阜大学 正会員 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 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、著者の一人は 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た。その結果、予熱なしで、かつその試験体溶接部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⁾。しかし、割れが発生しなかったメカニズムを明らかにするには至っていない。

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、入熱量を増加させた y 形溶接割れ試験を実施した。

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 3 つの溶接材料を用いた。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 Z3211 E6216-N1M1)、490MPa 級高張力鋼用の溶接材料 LB-52 (JIS Z3211 E4916) も用いた。なお、いずれも

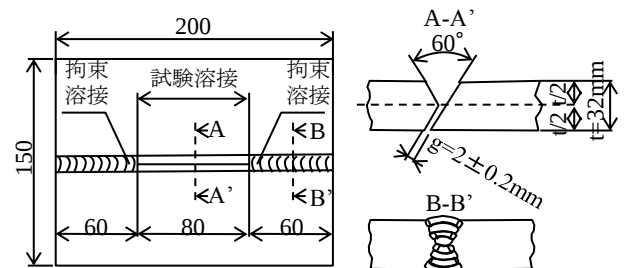


図-1 y 形溶接割れ試験体

表-1 試験条件

試験条件	溶接方法	溶接材料	予熱	入熱量	温度, 湿度
(a)	SMAW	LB-80UL	無	2.9 kJ/mm	28度, 50%
(b)		LB-62			
(c)		LB-52			

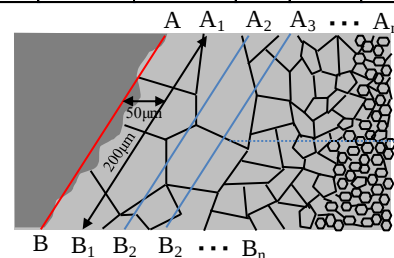


図-2 粒径測定方法

市販の溶接棒で $\phi 4.0\text{mm}$ 径である。試験体は各溶接材料を用いて 4 体ずつ、計 12 体製作した。試験条件の名称は表-1 に示す。溶接姿勢は下向きで実施した。溶接時の入熱量は 2.9 kJ/mm、温度は 28 度、湿度は 50%であった。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。鋼—結晶粒度の顕微鏡試験方法^{2),3)} (JIS G 0551) に従い平均粒径を測定した。測定方法の詳細を図-2 に示す。ボンド部を直線 (A-B) に近似し、その線に平行な線を等間隔で引き (A₁-B₁, A₂-B₂ ... A_n-B_n) 粒界の交点数から粒径を測定した。粒径測定時の観察倍率は 50 倍、線の長さは 200 μm 、間隔は 50 μm で計測した。

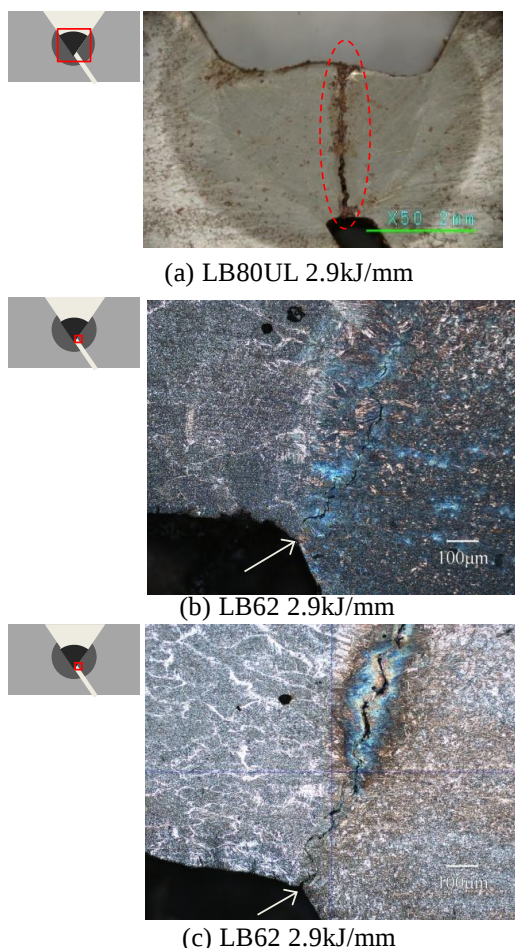
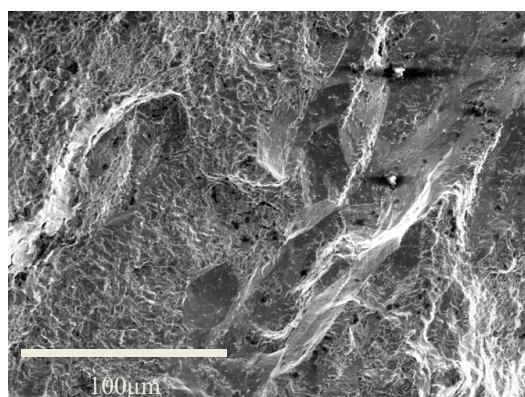
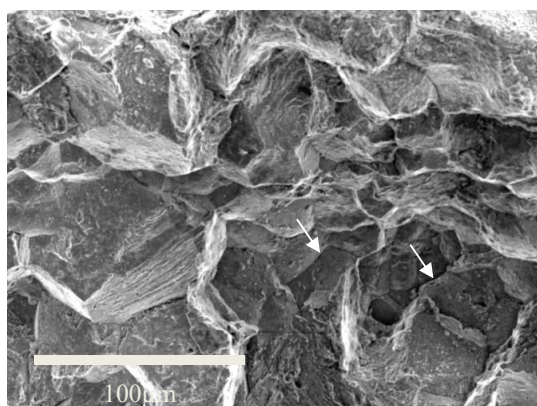


図-3 溶接部横断面のマクロ試験結果



(1) 溶接金属中央破断面



(2) ボンド部破断面

図-4 破断面のSEM観測結果

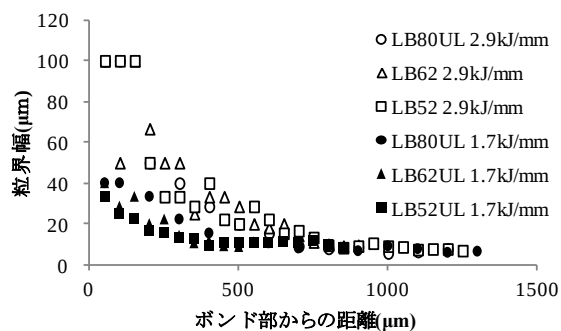


図-5 粒径計測結果

3. 試験結果と考察

図-3にマクロ試験結果を示す。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(a)では溶接金属部中央，(b)及び(c)ではボンド部で割れが発生している。両破断面をSEM観察したものを図-4に示す。図-4より，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っていることは明確であり，ボンド部で割れた破断面からは，図-4 (2)中の白色矢印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り，四角いブロックをランダムに積み重ね線で切断したような面を呈する。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である⁴⁾。とよく類似している。これより，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わかった。

次に，平均粒径の計測結果を図-5に示す。ボンド部付近の粒径は入熱量2.9kJ/mmでは約100 μm ，入熱量1.7kJ/mmでは約40 μm であり，入熱量が高いほど結晶粒径は大きくなることがわかる。一方，溶接材料の違いによる粒径の差異は，確認されなかった。

4. 結論

文献1)と本研究で得られた試験結果より，板厚32mmまでのSBHS700を用いた溶接継手では，入熱量と水素量を極力減らした溶接材を適切に選定することにより，予熱なし溶接が可能になると思われる。

<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。