

高湿度環境下の溶接施工における予熱が拡散性水素量および溶接金属硬さに及ぼす影響

エム・エムブリッジ 正会員 ○鈴木 俊光
 エム・エムブリッジ 正会員 工藤 祐琢
 大阪大学大学院 正会員 廣畑 幹人

1. はじめに

鋼橋の製作における現場溶接の適用事例が増加してきており、現場を想定した適切な施工条件の選定が重要となる。現場溶接においては、天候によっては工場溶接の場合よりも湿度が高くなり、溶接金属の拡散性水素量が増加し低温割れ発生の可能性が高まる可能性が想定される。本研究では、高湿度環境下の溶接施工における予熱による低温割れ抑止効果の検証を目的に、溶接環境の湿度および予熱温度をパラメータとした施工実験を実施した。

2. 実験方法および条件

板厚 50 mm の SM490YB を供試鋼材として、y 形溶接割れ試験 (JIS Z 3158)¹⁾ を実施した。試験体形状および溶接条件を図-1 および表-1 に示す。溶接ワイヤは JIS Z 3312 YGW11²⁾ に規定される軟鋼～550 MPa 級鋼用ソリッドワイヤであり、CO₂ 半自動溶接により施工した。溶接予熱として電気炉により試験体を所定の温度に加熱、保持した後、温度 20°C、湿度 60%、75%、90% に設定した環境試験室内において溶接施工を実施した (図-2)。溶接終了後、溶接金属の拡散性水素量をガスクロマトグラフ法²⁾ により測定した。また、溶接終了から 48 時間経過後に浸透探傷および断面観察を行い溶接割れの有無を確認した。さらに、断面観察後の試験体を利用して溶接金属部のビッカース硬さ試験を実施した。

表-1 溶接条件

鋼種	SM490YB
溶接材料	MG-50
溶接姿勢	下向
電源極性	DCEP
シールドガス	100 %CO ₂ 25 L/min
溶接環境	20 °C×60, 75, 90 %RH
試験数	各湿度に対しN=1
試験板温度 (予熱温度)	20 °C, 50 °C, 80 °C, 200 °C
電流-電圧-溶接速度	290 A-32 V-30 cm/min (18.6 kJ/cm)
ルートギャップ	1.0±0.2 mm
運棒方法	JIS Z3158:2016 図2(a)に準拠
拘束溶接	MG-50

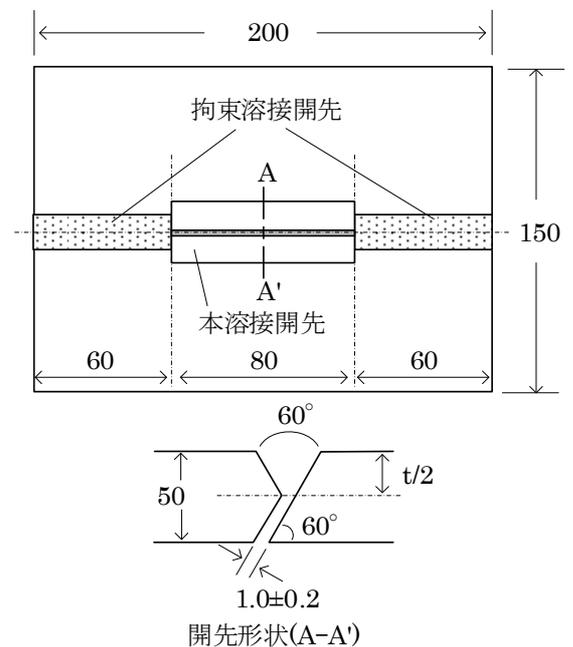


図-1 試験体の形状および寸法



図-2 環境試験槽内における溶接施工状況

キーワード 溶接, 予熱, 低温割れ, 拡散性水素, ビッカース硬さ

連絡先 〒103-0006 東京都中央区日本橋富沢町 9-19 TEL 03-5623-2276

3. 実験結果および考察

各条件における溶接金属の拡散性水素量の測定結果を表-2に示す。各湿度環境、予熱温度条件において拡散性水素量に大きな差は認められなかった。これは、使用した溶接ワイヤの吸湿が少なく、予熱の有無によらず、拡散性水素量が基本的に少なかったためと考えられる。また、浸透探傷および断面観察の結果の一例を図-3に示すが、全条件において溶接割れは確認されなかった。

試験雰囲気 20°C、湿度 60%RH におけるビッカース硬さ試験結果を図-4に、各条件における熱影響部の最高硬さを表-3に示す。試験板温度が高いほど熱影響部の最高硬さが低下する傾向が確認された。湿度 60%RH の条件に注目すると、試験板温度が 20°C の場合、熱影響部の最高硬さは約 400HV であったのに対し、試験板温度が 200°C の場合は熱影響部の最高硬さは約 330HV 程度まで低下した。これは、予熱を行うことにより溶接後の冷却過程における熱影響部の冷却速度が緩和されたことによるものと推察され、継手の靱性確保に対して高温の予熱が効果的となる可能性を示唆している。

4. まとめ

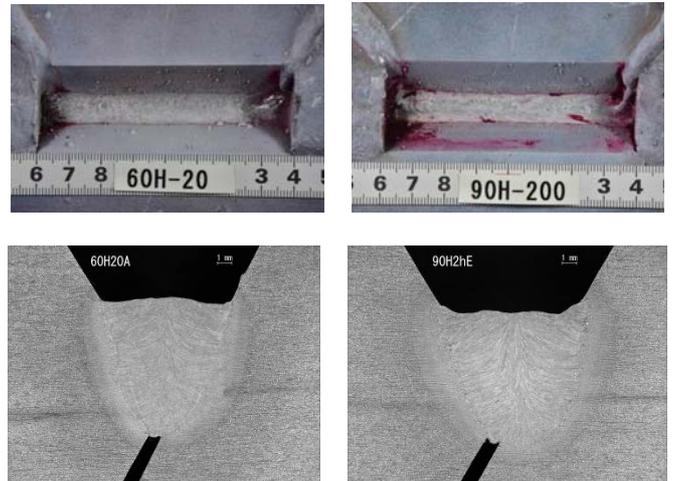
- (1) 湿度 60%, 75%, 90% に設定した環境試験室内において、板厚 50 mm の SM490YB を供試鋼材とし、ソリッドワイヤを用いた y 形溶接割れ試験を実施した。使用した溶接ワイヤの吸湿が少なく、いずれの条件においても溶接金属の拡散性水素量はほぼ同じであり、全ての条件において溶接割れの発生は確認されなかった。
- (2) 溶接金属部のビッカース硬さ試験を実施した結果、予熱温度が高いほど熱影響部の最高硬さが低下する傾向が確認された。これは、予熱を行うことにより溶接後の冷却過程における熱影響部の冷却速度が緩和されたことによるものと推察され、継手の靱性確保に対して高温の予熱が効果的となる可能性を示唆していた。

参考文献

- 1) 日本規格協会：y 形溶接割れ試験方法，JIS Z 3158, 1993 および 2016.
- 2) 日本規格協会：鋼溶接部の水素量測定，JIS Z 3118, 2007.

表-2 拡散性水素量測定結果

試験板温度 (°C)	試験雰囲気	水素量 (ml/100g, 3体平均)
20	20 °C×60 %RH	1.6
	20 °C×75 %RH	2.0
	20 °C×90 %RH	2.2
50	20 °C×60 %RH	1.8
	20 °C×75 %RH	2.0
	20 °C×90 %RH	1.8
80	20 °C×60 %RH	1.7
	20 °C×75 %RH	2.1
	20 °C×90 %RH	1.9
200	20 °C×60 %RH	1.6
	20 °C×75 %RH	1.9
	20 °C×90 %RH	2.1



試験板温度 20°C 試験雰囲気 20 °C×60%RH 試験板温度 200°C 試験雰囲気 20 °C×90%RH

図-3 浸透探傷および断面観察結果

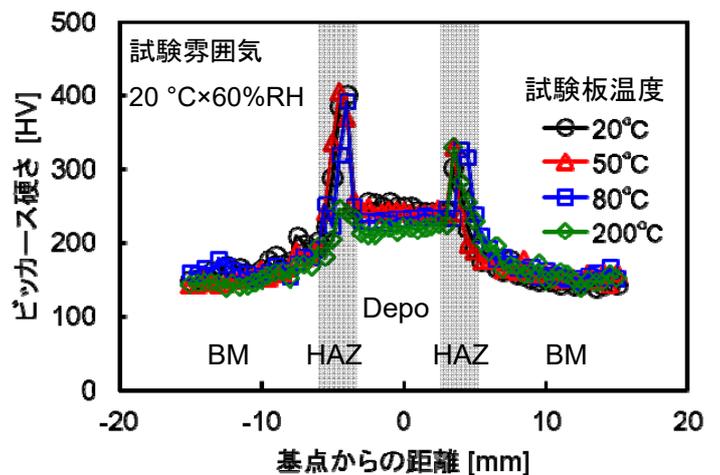


図-4 ビッカース硬さ試験結果

表-3 熱影響部の最高ビッカース硬さ

湿度 (%)	試験板温度 (°C)			
	20	50	80	200
60	401.4	405.2	392.5	329.5
75	371.9	437.0	366.5	322.6
90	403.4	418.6	386.3	282.3