

東京港臨海大橋(仮称)で採用された高性能鋼材(BHS)の溶接施工試験結果

国土交通省東京港湾事務所 正会員 ○林 智樹, 正会員 千葉照男, 公平和裕
(財) 港湾空港建設技術サービスセンター 正会員 保坂鐵矢, 正会員 町田文孝

1. はじめに

東京都大田区城南島から中央防波堤外側埋立地を經由して江東区若洲に至る東京港臨海道路が横断する東京港第3航路上には、橋長760m(支間長160m+440m+160m)の鋼3径間連続トラス・ボックス複合橋が計画され、現在、製作・施工中である。本橋は、トラス部の鋼床版床組をトラス主構と一体化し、さらに中央の箱桁部と剛結した連続構造であり、設計の合理化と製作コストの縮減を目指し、①限界状態設計法(LRFD)の導入、②立体シェルモデルによる構造解析をもとにした部材設計、③高性能鋼材(以下、BHS鋼材(Bridge High-performance Steel)¹⁾と呼ぶ)の適用がなされている²⁾。BHS鋼材は、同等の引張強さを有する従来鋼材に比べて降伏点が高いことから、降伏点を基準とした鋼橋の製作に有効であり、従来の同クラスの鋼材よりも優れた加工性や溶接性を有し、BHS500材(降伏点500N/mm²)の施工性は490N/mm²級鋼と同等レベルとされている。本報告では、本橋で使用するようになったBHS500材の適用にあたって実施された溶接施工試験結果について報告するものである。

2. BHS 鋼材

BHS 鋼材の大きな特徴は、最新の高度な熱加工制御(TMCP)技術と合金元素の適正添加による組織制御、析出強化などにより、従来鋼よりも低炭素、低合金にて高強度化と高靱性化が図られた鋼材である。また、溶接性に対しては、溶接低温割れ感受性組成(Pcm)を低くして耐冷間割れ特性を向上させている。これにより加工工数を低減でき、同等の強度を有する鋼材の材料・製作単価に比べ、その単価の低減が可能である。表-1にBHS500材の特徴を示す。BHS 鋼材は、同等の引張強さを有する従来鋼材に比べて降伏点が高いことから、限界状態設計法で設計することにより合理的な部材断面となる²⁾。

3. 溶接施工試験項目

溶接施工試験は、臨海大橋(仮称)で BHS500 材に対して実際に用いる溶接方法の溶接性および溶接継手としての機械的特性の確認を目的として行われた。このため、工場製作時の溶接方法および現場溶接での溶接方法に対して試験は実施された。工場製作を対象とした溶接施工試験は、各施工会社が溶接する最大板厚を目標にし、板継ぎ溶接、十字溶接、すみ肉溶接に対して行うとともに、斜め y 形割れ試験を実施し、耐割れ性能も確認した。現場溶接は部材同士の接合が主であり、実施工での溶接姿勢と溶接方法による板継ぎ溶接を主として溶接施工試験を実施した。溶接方法は、工場での板継ぎ溶接にサブマージアーク溶接(以下、SAW)を用いた以外、全て CO₂ 半自動溶接(一部、現場溶接において自動溶接機を使用)である。また、溶接材料は 590N/mm²級の溶接材料を用いた。工場溶接に対して実施した溶接施工試験の施工試験体形状と試験項目を図-1 と表-2 に示す。

4. 施工試験結果

SAW による板継ぎ溶接および CO₂ 半自動溶接による十字溶接の継手引張試験結果と衝撃試験結果を図-2

キーワード：トラス橋, 高性能鋼材, 機械的性質, 溶接継手

連絡先：〒136-0082 東京都江東区新木場 1-6-25 国土交通省関東地方整備局東京港湾事務所整備・保全課 TEL 03-5534-1367

表-1 BHS500 材の特徴				
項目		規定	備考	
鋼材	機械的性質	降伏点・耐力	500N/mm2以上	SM570材 450N/mm2 (16mm<t≤40mm)
		引張強さ	570N/mm2以上～ 720N/mm2以下	
		伸び	19%以上 26%以上 20%以上	厚さ16mm以下 5号 厚さ16mm超 5号 厚さ20mm超 4号
		シャルピー 吸収エネルギー	100J以上	試験温度-5℃
		絞り値	硫黄含有量 0.006% 以下	JIS G 3199 Z35 が目 安
	加工・溶 接性	冷間曲げ 加工	窒素N≤0.006%	シャルピー100J以上であ ることから、板厚7倍以 上が目安
		溶接入熱	10kJ/mm以下	溶接熱影響部、シャル ピー吸収エネルギー試 験温度-5℃で、47J以上
		予熱	溶接低温割れ感受性 組成(Pcm) 20%以下	予熱不要
	溶接材料	継手引張 強さ	570N/mm2以上	
		溶接金属 シャルピー 吸収エネル ギー	47J以上	試験温度-5℃

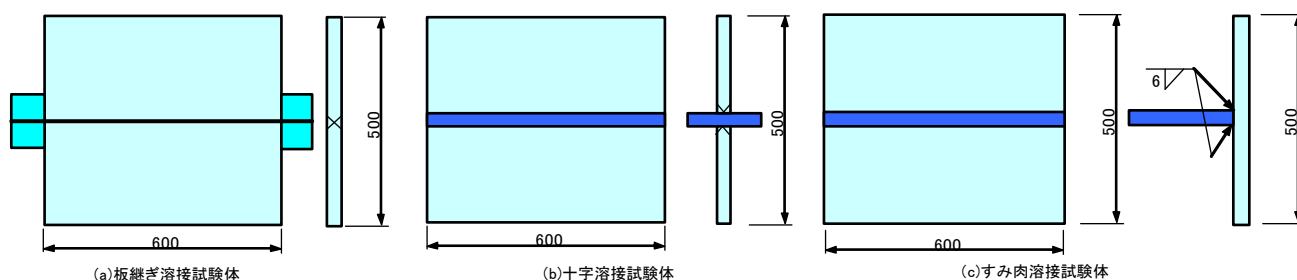


図-1 試験体形状

と図-3 に示す。継手引張試験および衝撃試験ともに規格値を満足する結果となっていた。また、BHS500 の加工性・溶接性に関しても、490N/mm² 級鋼と比較して同等以上であり、従来 570 N/mm² 級鋼と比べ大幅な施工性改善が図られると判断された。ただし、限界状態設計法の場合、溶接継手の降伏点が要求性能となる。このため、溶接継手として降伏点が明確に示されない場合、0.2%耐力での評価が必要になる。今回、継手引張試験片として JIS Z 3121 1号試験片などを使用した、チャック間の初期すべりや評点間距離の決定方法等の理由から降伏点もしくは 0.2%耐力を評価することの問題が生じた。さらに、BHS700 のような高強度鋼材になると、強度としてのマッチングの要求、あるいは更なる高能率施工の要求があった場合には、機械的性能と施工性の観点から組み合わせる溶接材料に対する最適性の議論と事前の検討が必要と考えられる。なお、パス間温度を 300℃とした場合で溶接施工試験を実施したが、その結果に関しても規格値を満足していた。

表-2 試験の種類

試験内容	継手種類		
	板継ぎ溶接	十字溶接	すみ肉溶接
継手引張試験	○	○	—
溶接金属引張試験	○	○	—
衝撃試験	○	○	—
硬さ試験	○	○	○
側曲げ試験	○	○	—
マクロ試験	○	○	○

なお、引張試験では、引張強度とともに、降伏点も求めた。

5. あとがき

本調査での知見やデータが、今後、BHS 鋼材を用いて計画される実橋製作の参考になれば幸いである。なお、本工事では、東京工業大学三木千壽教授を委員長とする東京港臨海道路技術検討委員会の委員の方々にご審議、ご指導をいただきました。ここに謝意を表します。

参考文献

- 1) 日本鉄鋼連盟：降伏点 500N/mm² 及び降伏点 700N/mm² 溶接構造用圧延鋼材，2005.3
- 2) 池上，正岡，押田，祐保，鳴原：長大鋼トラス橋における設計の合理化に関する研究，土木学会第 58 回年次学術講演会，2003.9
- 3) 藤田，湯田，米山，多田：橋梁用高性能鋼材の加工性・溶接性について，川田技報 Vol.25,2006.1

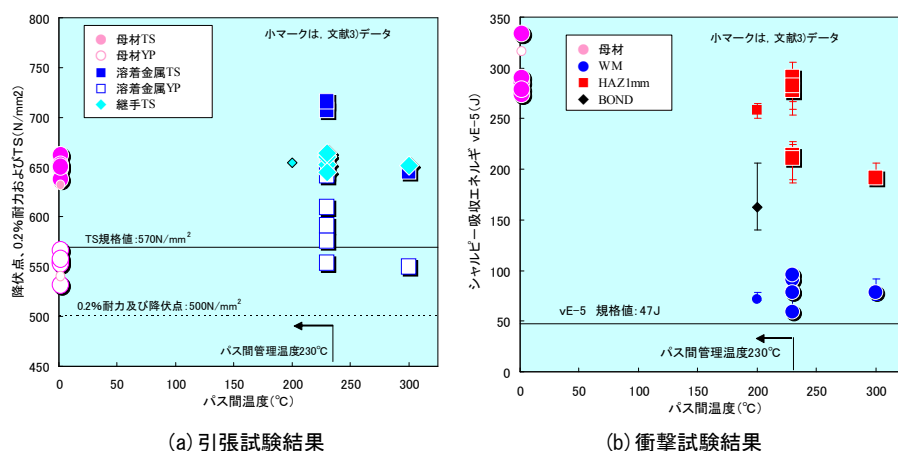
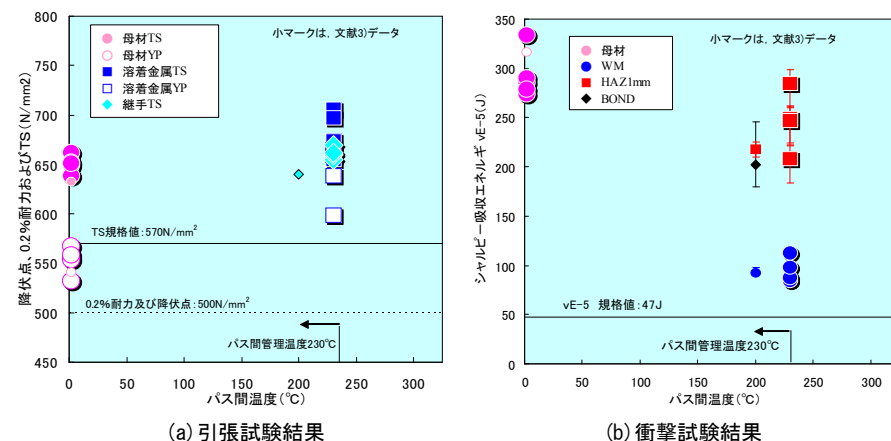


図-2 SAW による板継ぎ溶接試験

図-3 CO₂ 半自動溶接による十字継手