

橋梁用高降伏点鋼板の新規 JIS (JIS G 3140) 制定

平成 20 年 11 月 20 日

社団法人 日本鉄鋼連盟
橋梁用鋼材研究会

橋梁用高降伏点鋼板の新規 JIS (JIS G 3140) 制定

経済的な鋼橋の実現を目指して、従来の橋梁用鋼板に対して、材料強度が高く、かつ、溶接などの施工性改善によりコストを低減できる鋼材が強く要望されていました。鋼板の先端製造技術である TMCP (Thermo-Mechanical Control Process) を活用し、これらニーズにマッチした高性能鋼板が、大学・橋梁メーカー・ミルメーカーの共同で開発され、大型橋梁（仮称：東京港臨海大橋：下記写真参照）に実用化されるに至りました。

今後、この鋼板は、新たな橋梁架橋時又は既存の橋梁架け替え時に、適用拡大が期待されることから JIS 制定を進めることとし、2006 年 11 月から検討に着手、2008 年 11 月 20 日に JIS G 3140: 橋梁用高降伏点鋼板として制定・公示されました。

ここでは、規格制定の趣旨及び主な規定内容について紹介します。なお、今回の JIS 制定が構造用鋼分野で 14 年振りであることから、経済産業省は、この内容の概要を日本工業標準調査会 (JISC: Japanese Industrial Standards Committee) のホームページ*に公開しています。また、今回の規格制定を関係者に周知する目的で、日本鉄鋼連盟として公示当日にプレス発表を行い、業界紙に記事が掲載**されました。

* <http://www.jisc.go.jp/newstopics/2008/20081120kouhan.pdf>

** 2008 年 11 月 21 日朝刊 日刊産業新聞、鉄鋼新聞 など

【適用例】東京港臨海大橋（仮称）



提供：国土交通省東京港湾事務所

1. 制定規格の特徴

今回の制定規格の大きな特徴は、降伏点の下限値を従来よりも高く規定していることです。その降伏点は、500 N/mm² 以上及び 700 N/mm² 以上の 2 種類の強度水準を規定しています。従来の同等クラスの鋼材規格と比べ、降伏点の下限規定値が数%~20%増加しているため、使用板厚の低減を通じて、橋梁に使用される鋼材の軽量化が可能となります。

一方、高強度鋼を用いる場合、溶接施工時の予熱作業負荷が大きくなるという課題がありましたが、化学成分として溶接割れ感受性組成 (P_{CM}) の厳格な規定を設けることで溶接時の予熱の省略又は低減が可能となる規定としています。このような高い品質規定を満たすために、製造方法として先端技術である熱加工制御 (TMCP) ***が最適なことから、基本の製造方法としています。

この鋼板は、橋梁の軽量化と製作性・施工性の向上を通じて合理化構造の実現に寄与できる材料として、今後の適用拡大が期待されています。

2. 主な制定内容

2.1 高い降伏点を規定

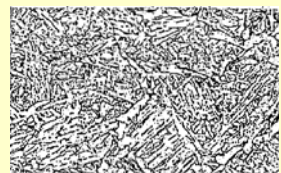
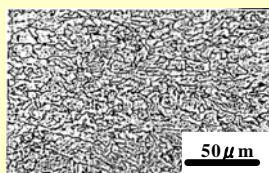
橋梁の合理的設計の観点からは、降伏点又は耐力が従来の規定値よりも高く、かつ、板厚にかかわらず一定の鋼板規格が要望されていました。そこで、この規格においては、板厚範囲によらずに、引張強さ 570 N/mm² 級では降伏点又は耐力を 500 N/mm² 以上、引張強さ 780 N/mm² 級では降伏点又は耐力を 700 N/mm² 以上と規定しました。

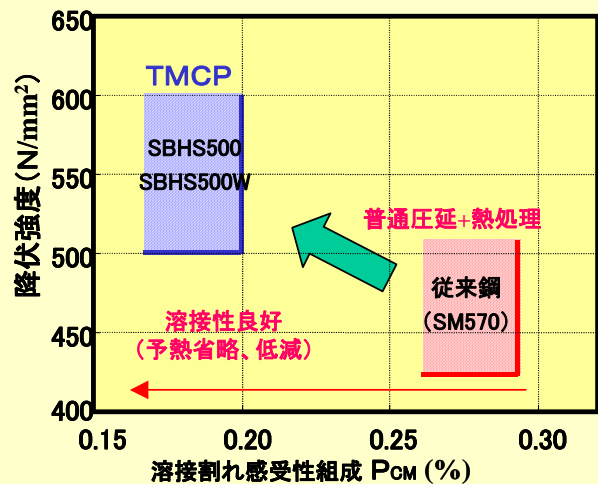
*** 熱加工制御 (TMCP) とは

SBHS 鋼の製造に際しては、熱加工制御 (TMCP) 技術が用いられています。

TMCP とは、Thermo-Mechanical Control Process の略で、鋼板製造時における加熱・圧延および圧延後の冷却の各プロセスを適切にコントロールする製造技術です。

この技術により良好な強度、靱性、溶接性などを鋼板に付与することができます。

SM570 (普通圧延+熱処理)	SBHS500 (TMCP)
	



参考として本制定規格鋼板と、従来の同等強度の鋼材規格との規定値（降伏点又は耐力）の比較を下記に示します。引張強さ 570 N/mm² 級では 9～19 % の範囲で、引張強さ 780 N/mm² 級では 2～5 % の範囲で、降伏点（又は耐力）の下限規定値が増加してします。これによって、許容設計応力の増加が可能になることから、橋梁構造の合理化への寄与が期待できます。

制定した規格			従来からある規格			比較
規格および種類の記号	厚さ, t mm	降伏点又は耐力, N/mm ² (A)	規格および種類の記号	厚さ, t mm	降伏点又は耐力, N/mm ² (B)	(A - B) / B %
JIS G 3140 SBHS500 SBHS500W	$6 \leq t \leq 100$	500 以上	JIS G 3106	≤ 16	460 以上	9
			SM570	$16 < t \leq 40$	450 以上	11
			JIS G 3114	$40 < t \leq 75$	430 以上	16
			SMA570W	$75 < t \leq 100$	420 以上	19
JIS G 3140 SBHS700 SBHS700W	$6 \leq t \leq 75$	700 以上	JIS G 3128	$6 \leq t \leq 50$	685 以上	2
			SHY685	$50 < t \leq 100$	665 以上	5
			HBS G 3102	$8 \leq t \leq 50$	685 以上	2
			HT80	$50 < t \leq 75$	665 以上	5

2.2 高い施工性を規定

高強度鋼を用いた橋梁の製作・施工においては、溶接時の予熱作業の負荷が大きく、工程的にも多くの時間が必要となります。これは、特に現地での溶接施工の場合に顕著です。そこで、溶接のための予熱の省略や低減が可能で、かつ優れた溶接性を確保するために、溶接割れ感受性組成 P_{CM} の上限値を規定しています。

従来、JIS G 3106（溶接構造用圧延鋼材）の SM570、又は JIS G 3114（溶接構造用耐候性熱間圧延鋼材）の SMA570 では、熱加工制御を行った鋼板の溶接割れ感受性組成として、 $t \leq 50$ mm に対して $P_{CM} \leq 0.28$ %、 $50 < t \leq 100$ mm に対して $P_{CM} \leq 0.30$ % が規定されています。これに対して、今回の SBHS500 及び SBHS500W の規定では、板厚によらずに $t \leq 100$ mm の全てに対して $P_{CM} \leq 0.20$ % と規定し、“予熱なし”での溶接作業を可能としています。また、SBHS700 及び SBHS700W では、予熱温度は 50 °C 程度と従来材に比べ大幅に低減することが可能です。

また、成分的には P（磷）や S（硫黄）を従来鋼に比べ大幅に低減し高纯净度鋼とし、冷間曲げ加工時の歪み時効特性への配慮から N（窒素）についても規定を設けました。

さらに、衝撃試験については試験方向を圧延直角方向に規定することにより、橋梁製作時の板取方向の自由度に配慮しました。

■SBHS 鋼の特長

板厚 50mm の例

特性		570N/mm ² 級鋼			780N/mm ² 級鋼		
		SBHS500	SBHS500W	従来鋼 (SM570)	SBHS700	SBHS700W	従来鋼 (HT780 *)
強度	高降伏点 (N/mm ²)	≥500	≥500	≥430	≥700	≥700	≥685
	降伏点一定	○	○	△	○	○	△
加工性 溶接性	冷間加工後 高靱性	○	○	△	○	○	△
	予熱温度低減 (°C)	○	○	△	○	○	△
耐食性	耐候性	—	○	(○) (SMA570W)	—	○	—

○ : 通常仕様で対応

△ : 通常使用では未対応

* HBS G3102 (HT780)

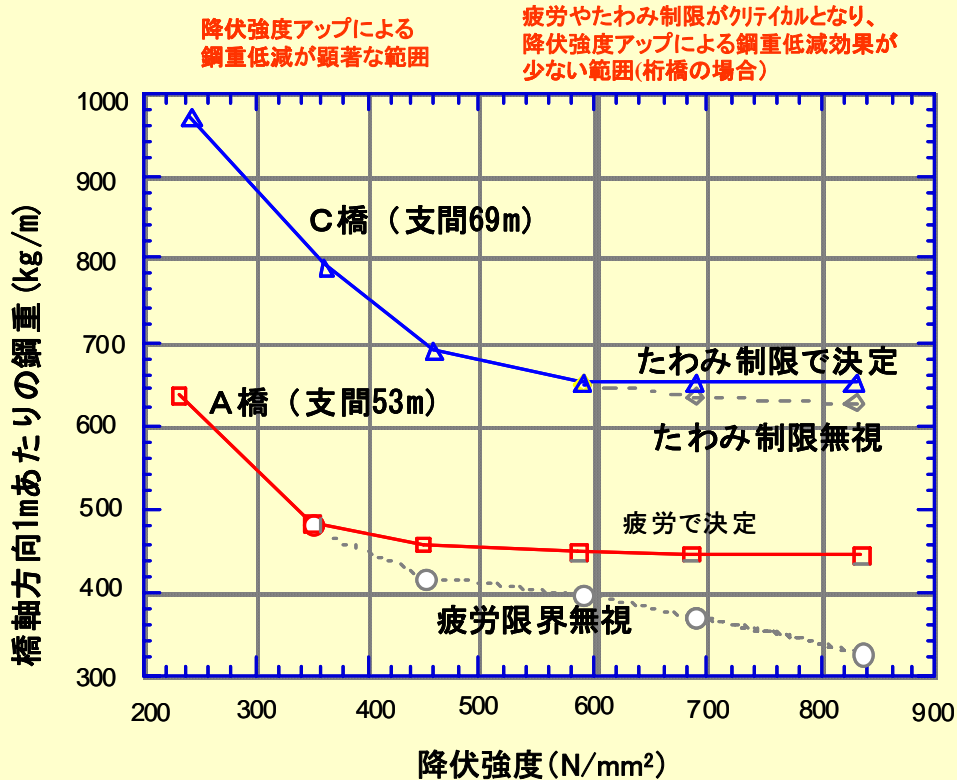
2.3 熱加工制御 (TMCP) を基本方法として規定

熱加工制御 (TMCP) は、制御圧延を基本に、その後、空冷又は強制的な制御冷却を行う方法で、靱性及び溶接性などの向上が図れます。これまでも、JIS G 3106 (溶接構造用圧延鋼材) 又は JIS G 3114 (溶接構造用耐候性熱間圧延鋼材) などで、熱加工制御が熱処理の中で規定され、受渡当事者間の協定によって行ってもよいとされています。

今回の橋梁用鋼板の規格制定に当たっては、規定されている高い品質を満足させるためには、熱加工制御が最も適した方法であること、また、橋梁分野では熱加工制御が広く認識され一般化してきていること等を踏まえ、熱加工制御 (TMCP) を基本の方法と位置づけました。

(参考 1) 高降伏点鋼板の適用効果例

■降伏強度と鋼重の関係



【参考文献】 三木千壽、市川篤司他：橋梁用高性能鋼材（BHS500、BHS700）の提案、土木学会論文集 No. 738/1-60、2003. 7
 小西拓洋、三木千壽他：高強度鋼の適用による鋼橋の合理化設計の可能性、土木学会論文集 No. 654/1-52、2000. 7

■被覆アーク溶接(SMAW)での予熱低減効果

強度区分	種類の記号	区分	板厚区分 (mm)			
			t ≤ 25	25 < t ≤ 40	40 < t ≤ 50	50 < t ≤ 100
570N/mm ² 級	従来鋼 (SM570)	標準 P _{CM} (予熱温度)*	0.26(予熱なし)	0.27(80°C)		0.27(100°C)
		予熱無しとなる P _{CM}	—	0.24	0.22	
	SBHS500 SBHS500W	P _{CM} (予熱温度)	≤ 0.20 (予熱無し)			
780N/mm ² 級	従来鋼 (HT780)	区分	板厚区分(mm)			
		最小予熱温度(°C)**	t ≤ 25	25 < t ≤ 38	38 < t ≤ 50	50 < t ≤ 100
	SBHS700 SBHS700W	最小予熱温度(°C)	100	100	100	120
			50			

*標準 P_{CM}、予熱温度の標準(「日本道路協会:道路橋示方書・同解説Ⅱ、鋼橋編 平成 14 年 3 月版」より)

**最小予熱温度(「本州四国連絡橋公団:鋼橋等製作基準 1993 年 5 月」より、適用板厚は 75 mm 以下)

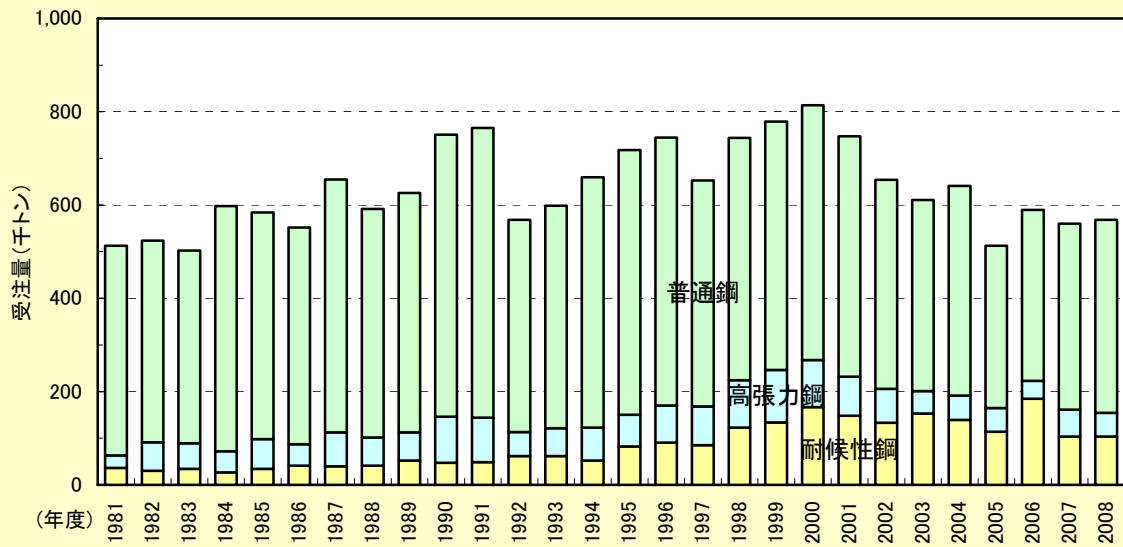
■東京港臨海大橋(仮称)の試算例

- 鋼材重量削減 : 約 3%
- 材料製作費削減 : 約 12%

(関東地方整備局 テクノアングル No. 38、2005. 10. 6)

(参考 2) 橋梁用鋼材の市場規模

■橋梁用厚鋼板の受注実績 (用途別受注統計、日本鉄鋼連盟)



(参考 3) SBHS 鋼板用の溶接材料

SBHS 鋼板の JIS 規格制定に併せて、これに対応する溶接材料の JIS 規格の制改訂も順次進められています。

■SBHS 鋼板に対応した溶接材料例

強度区分 (降伏点又は耐力)	溶接方法	規格	種類の記号	引張試験			衝撃試験			
				降伏点 又は耐力 N/mm ²	引張強さ N/mm ²	伸び %	試験 温度 ℃	シャルピー吸収 エネルギー J		
500N/mm ² 級	SMAW	JIS Z3211	E57J16-**** U	500以上	570以上	16以上	-5	47以上		
			E59J16-**** U		590以上	16以上				
	GMAW (CO ₂ ガス)	JIS Z3312	G57JA1UC-****		570-770	17以上				
			G59JA1UC-****		590-790	16以上				
			GMAW (Ar+20%CO ₂ ガス)		JIS Z3312	G57JA1UM-****			570-770	17以上
						G59JA1UM-****			590-790	16以上
700N/mm ² 級	SMAW	JIS Z3211	E78J16-**** U	700以上	780以上	13以上	-20	47以上		
			GMAW (CO ₂ ガス)		JIS Z3312	G78JA2UC-****			780-980	13以上
	GMAW (Ar+20%CO ₂ ガス)	JIS Z3312				G78JA2UM-****			780-980	13以上

-**** : 化学成分の記号

※サブマージアーク溶接材料および耐候性鋼用溶接材料も順次改訂の予定です。

(社) 日本鉄鋼連盟 橋梁用鋼材研究会

新日本製鐵(株)	(厚板営業部)	TEL03-6867-6401
J F Eスチール(株)	(厚板セクター部)	TEL03-3597-3531
住友金属工業(株)	(厚板技術部)	TEL03-4416-6416
(株)神戸製鋼所	(厚板商品技術部)	TEL03-5739-6261

事務局：

経営政策本部	市場開発グループ	TEL03-3669-4815
--------	----------	-----------------