

龍上工業（株）○正員 高木録郎

同 上 同上 左合玄一

同 上 同上 西沢正博

1. まえがき

我国では、橋梁用高張力鋼として、昭和32年制定の溶接鋼道路橋示方書から抗張力 50 kg/mm^2 鋼が採用された。その後、製鋼技術や品質管理の進歩、降伏点強さの向上などから、昭和30年代後半には 60 kg/mm^2 鋼級が使用されるようになり、昭和46年制定の道路橋示方書には 58 kg/mm^2 鋼の使用が明確に規定された。また、構造用鋼材として、耐候性鋼材の使用が最近目立ち、上述示方書にも、規定されているのが、現状である。

※注1

こうしたなかで、当社では、昭和51年～52年にかけて、米国向けの橋梁に対して、 50 kg/mm^2 鋼級耐候性鋼材 ASTM A588 の厚板を大量に、無塗装仕様で使用する機会にめぐまれた。

この耐候性無塗装仕様鋼材として、長大橋梁に使用する例は、米国内ではもちろん、我国でも稀なケースであったので、鋼材の基本性能、溶接材料、及び溶接施工などについて、我々は米国側と多くの討議の時間を費やした。

2. 材料特性

1) 基本性能

低合金構造用鋼 ASTM A588 は、米国内では A242 と共に、耐候性を有するものとされ、炭素鋼に比べて、約4倍の耐候性が得られると言われている。

この耐候性鋼 A588 を使用するに当たり

※注2

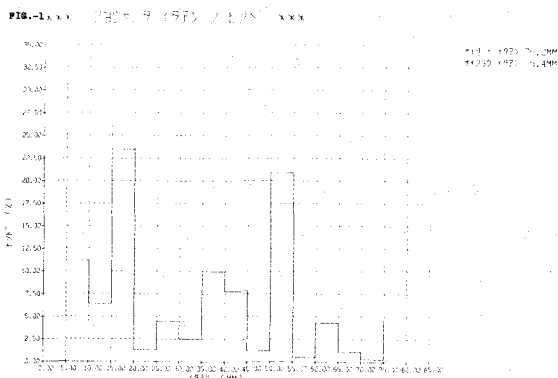
、米国側から与えられた各種 Specification AWS Specification などを満足するよう

な製鋼仕様として、当社側から高炉メーカー

に対して、ASTM A588 Gr. A に、化学成分では Ni、Nb の添加、さらに機械的性質向上のために、熱処理を施すことを指示した。これらの理由は、A588 Gr. A を使用した場合、すみ肉溶接ボンド部において、硬さ試験値が、いかなる溶接施工法の場合でも、AWS Spec. に合格しないことが、予備試験で判明したためである。

ロ) 化学成分

A588 Gr. A と、本工事に用いた Ni、Nb 添加 A588 Gr. A の化学成分の比較と実績を



注1：本工事は当社ほか1社製作。架設場所 米国カルフォルニア州。型式 40径間連続合成鋼桁
橋長2636.520m、巾員13.300m、総鋼重 約7700t

表-1に示す。それら添加成分の目的は、耐候性と溶接性の向上であり、その各々の働きは次のようである。

Ⅰ. Ni 添加の目的

0.05～0.25%の範囲で添加したNiによって、鋼板表面の平坦性、耐候性の向上がみられる。さらに溶接性についても、0.2%以下の添加により、ビード部分の硬さへの影響は非常に小さいと言われる。

Ⅱ. Nb 添加の目的

0.04%以下の範囲で添加したNbにより、溶接性の向上、降伏点や引張強さの増加、すみ肉溶接HAZ部の硬さの増加がみられる。

ハ) 熱処理

米国側の各種 Spec.も満足するように、板厚2"以上のものについて、焼入れ、焼もどし(以下、QT材)、及び1-1/2"～2"の範囲においては、焼ならしを行うことで、鋼材の強度と靱性の向上、硬度の上昇、残留応力の除去を

行なった。調質高張力鋼製鋼工程のうち、熱処理は一般に高炉メーカー側のノウハウの要素を有したものであり、その条件はメーカー側のオプションに委ねられるが、焼もどしの温度の下限と強度確保、及び溶接性における炭素当量の関係から、焼もどし温度は550～560℃とした。

ニ) 機械的性質

機械的性質は設計の基本となる許容応力度と直接結びつくので、厳しい品質管理を要求される。本工事の場合の仕様と実績を表-2に示す。また、この仕様により、製鋼された鋼材の降伏点と引張強さの関係を図示したものが、図-2である。

これらの結果を見ると、降伏点、引張強さは規格値より高めになっているが、これは引張強さを規格に満たすように、材料設計された結果、降伏点も同様の結果を得たものである。伸びについては、規格値に比較して、平均26%と大きく、強度の低下も認められなかった。これは均一な異方性のない鋼材であったと言える。また靱性を表わす衝撃値もバラツキが少なく、規格値以上であり、総合的に考えれば、仕様趣旨に合致した鋼材が供給されたと言える。

ホ) 溶接性

橋梁のような拘束度の大きい、複雑な構造の溶接施工は、特に割れ発生防止に万全の配慮が必要で

Chemical Comp.		C	Si	Mn	P	S	Cu	Cr	V	Ni	Nb	CSQ
Typical Composition	ASTM A588 Gr. A	0.10 0.19	0.15 0.10	0.90 1.25	0.04	0.05	0.25 0.4	0.4 0.65	0.02 0.10	—	—	—
	t _g 1-1/2" As rolled	0.11	0.23	1.10	0.03	0.015	0.30	0.50	0.03	0.13	—	—
	1-1/2" t _g t _g 2" Normalise	0.12	0.23	1.10	"	"	"	"	0.06	"	0.02	—
	2" t _g 3" T	0.11	0.20	1.00	"	"	"	"	0.05	"	—	—
Observation	Mean Value	0.122	0.259	1.020	0.02	0.009	0.287	0.50	0.04	0.11	0.02	0.408
	Modulus of Change(%)	10.9	9.5	4.0	15.5	16.9	4.5	3.8	29.6	6.5	—	4.4

Note: Ni and Nb may be added within following range.

Ni : 0.05 - 0.25 %

Nb : 0.04 %

TABLE - 1 Chemical Composition

	Tensile Requirements				Charpy impact properties		
	Plate thickness (in.)	Y.P (kg/mm ²)	T.S (kg/mm ²)	Elongation Gauge length %	Plate thickness (in.)	Temp. (°C)	Minimum absorbed energy (kg.m)
Guarantee	t _g 2"	35.2	49.2	200 mm 18 50 mm 21	t _g 1-1/4" 2-1/4" t _g 1-1/2" 1-1/2" t _g 2"	-7°C	2.1 2.3 3.0
Observation	"	46.62 (8.6%)	56.74 (3.5%)	24.7 (6.1%)			17.2
Guarantee	2" t _g 4" (Q.T)	42.2	49.2 (3.3)	200 mm 18 50 mm 21	t _g 2" 2-1/2" t _g 1-1/2" 3" t _g 1-1/2" 1-1/2" t _g 4"	-7°C	4.0 4.8 5.8 6.6 7.6
Observation	"	47.17 (4.8%)	59.42 (3.5%)	29.3 (6.1%)			28.4

Note : () Value indicates Modulus of Change.

TABLE - 2 Mechanical Properties

ある。このため、溶接割れに影響を与えるものと考えられる鋼材の化学成分、溶接材料、及び溶接施工条件について、次のような処置が採用された。

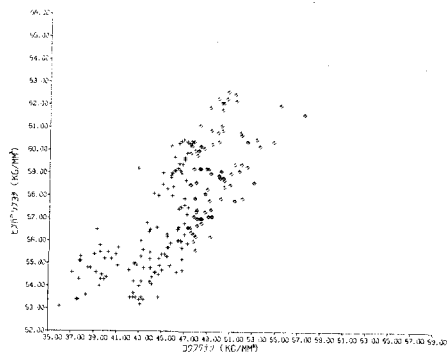
鋼材の化学成分の指標値である炭素当量 CEQ の大きさに問わず、Spec. に従がい、溶接施工方法と板厚の種類によって、予熱温度、及び Q T 材の層間温度が決められた。また、溶接ボンド部の靱性確保と良好な溶接性を得るために、溶接時の入熱量の管理を厳重に行ない、前述の温度管理と共に、これから管理は、A W S Spec. に従って、試験された溶接技術者により、行なわれた。

溶接材料のうち、溶接棒は、溶接方法、姿勢、及び継手形状などにより、異なるが、母材の材料特性から、A W S A 5.5 に記載されている E 8 0 1 6 - C 3, 8 0 1 8 - C 3, 及び 7 0 1 8 - G 級（全て、鉄粉低水素系溶接棒）のものが使用され、鋼材と同様、全て国内調達された。これら溶接棒による施工の結果、ビード形状が良好な反面、耐ピット性が悪く、手溶接の箇所はグラインダー仕上げの必要があったが、総体的には良い施工であった。

3. あとがき

耐候性無塗装仕様鋼材であるということ、さらに海外工事という特殊性ということなどから、鋼材の材料特性や溶接施工法などが、各種論議の対象となった。約 7 ヶ月間の工場期間中、米国側検査官の常駐による厳しい製作の管理を経て、現在、現場架設中の本工事の施工の一端を、この報告は簡単にまとめたものである。

FIG.-2 コアファクタとヤング率の関係



注 2：参考文献

1. Standard Specifications ; State Of California ,Department Of Transportation (CALTRANS)
2. Special Provisions ; "
3. Standard Specifications for Welding Structural Steel ; "
4. Structural Welding Code ; American Welding Society (A.W.S)
5. Annual Book of Astm Standard Part 4 ; American Society for Testing and Materials
(ASTM)