

阪神高速道路公団 正員 笹戸 松二

○ 水元 義久

## 1. まえがき

阪神高速道路大阪湾岸線南港連絡橋は中央径間 510 m の長径間のゲルバートラス橋である。このように最近の鋼構造物も、年々大型化の傾向をたどり、使用鋼材量も莫大な量に及んでいる。このような傾向に伴ない、特に死荷重が支配的となるこの種の長大橋においては、高強度の材料を使用して構造物を軽量化することは、経済的理由のみならず、耐震的にも有利となり、設計の自由度をひろげるものである。

わが国における70%<sub>MS</sub>以上の高張力鋼の開発、そして実用化は1960年頃より鉄鋼各社で進められ、圧力容器等では、すでに80%<sub>MS</sub>級鋼までかなりの実績を有するに至っている。

しかしながら、橋梁用としては1964年に日本道路公団で花輪跨道橋に80%<sub>MS</sub>級鋼がわずかに試用されているに過ぎない。

70%<sub>MS</sub>級以上の高張力鋼についてはまだJISが制定されていないが、すでに日本溶接協会(WES-135)ならびに日本高压容器用高張力鋼板規格(HPI S-B104)では、その規格が定められており、わが国における70%<sub>MS</sub>以上の市販高張力鋼のほとんどは、これらの規格に準拠して製造されているのが現状である。

南港連絡橋は70%<sub>MS</sub>級以上の高張力鋼を橋梁用として本格的に使用するわが国では初めての橋梁であり、鋼材に対し要求する諸性質も、既に定められている規格では、橋梁用として充分でないと思われる点もあり、今度阪神公団規格を定めたものである。

## 2. 規格の基本的な着目点

一般に70%<sub>MS</sub>級以上の高張力鋼は従来橋梁用に使用されてきた材料に比し、高強度になるに従い次のような特徴を生じている。

(イ) 降伏比が高く一様伸びが低い。それにより塑性流れが悪く応力の平均化が期待できない。また一度発生したひずみの手直しは困難である。

(ロ) 切欠きに敏感である。

(ハ) 炭素等量が高くなり割れ感受性が高い。

(ニ) 溶接による再熱処理によって靱性が低下する。

これらの特徴は、すべて脆性破壊に対し密接な関連を有している。すなわち70%<sub>MS</sub>級以上の応力を得るために必然的に炭素等量が高くなり、フレを生じ易くなる。そのフレによる切欠きと脆化した溶接ボンド部とが重なり、脆性破壊を生じ易くなる。

それで本規格では特に衝撃値の条件を厳しく提示し、破面遷移温度を規定した。

また橋梁用鋼材として、加工溶接性が良好であることが重要であるので、予熱温度100°C以下でフレを生じないことを目標として炭素等量を極力低目に押さえている。

高強度でしかも良好な溶接性と良好な溶接ボンド部の靱性とを、と云う製鋼上相反する条件を満たすために、溶接時の入熱量を50,000 J以下と制限した。

3. H T 70, H T 80 鋼材の規格

規格の概要は下記のとおりである。

1 本規格は南港連絡橋に用いる特に溶接性のすぐれた70<sup>Kg/mm<sup>2</sup></sup>, 80<sup>Kg/mm<sup>2</sup></sup>級高張力鋼について規定する。

2 鋼板の厚さは6mm以上、50mm以下に適用する。

3 熱処理はH T 70, H T 80 ともに焼入れ焼もどし処理を行なう。

4 化学成分および機械的性質の要点は右表のとおりである。すでに規定されているW E S - 135, H I P S - B 104そしてA S T M規格とを比較の参考にした。

|                                          | 阪神高速道路公団規格<br>1970年                                        |                                                            | WES-135, HIPS-B104<br>1964年                              |                                                          | ASTM-A514                                                                         |                                                                                   |
|------------------------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
|                                          | 70 <sup>Kg/mm<sup>2</sup></sup> 級                          | 80 <sup>Kg/mm<sup>2</sup></sup> 級                          | 70 <sup>Kg/mm<sup>2</sup></sup> 級                        | 80 <sup>Kg/mm<sup>2</sup></sup> 級                        | T <sub>i</sub>                                                                    | T <sub>i</sub> type                                                               |
| 降伏点<br>( <sup>Kg/mm<sup>2</sup></sup> )  | 68以上                                                       | 70以上                                                       | 63以上                                                     | 70以上                                                     | 70.3以上                                                                            | 70.3以上                                                                            |
| 引張強さ<br>( <sup>Kg/mm<sup>2</sup></sup> ) | 70~85                                                      | 80~95                                                      | 74~85                                                    | 80~95                                                    | 80.8~94.9                                                                         | 80.8~94.9                                                                         |
| 化学成分                                     | C ≤ 0.14<br>Mn ≤ 1.50<br>Si ≤ 0.55<br>P ≤ 0.03<br>S ≤ 0.03 | C ≤ 0.14<br>Mn ≤ 1.50<br>Si ≤ 0.55<br>P ≤ 0.03<br>S ≤ 0.03 | C ≤ 0.18<br>P ≤ 0.035<br>S ≤ 0.04                        | C ≤ 0.18<br>P ≤ 0.03<br>S ≤ 0.035                        | 0.10 ≤ C ≤ 0.20<br>0.51 ≤ Mn ≤ 1.00<br>0.15 ≤ Si ≤ 0.35<br>P ≤ 0.035<br>S ≤ 0.040 | 0.12 ≤ C ≤ 0.21<br>0.35 ≤ Mn ≤ 1.30<br>0.20 ≤ Si ≤ 0.35<br>P ≤ 0.035<br>S ≤ 0.040 |
| 衝撃値<br>( <sup>Kg・m</sup> )               | -15°C<br>4.8以上                                             | -15°C<br>4.8以上                                             | 13 ≤ t < 21<br>-5°C<br>4.0以上<br>t ≥ 21<br>-15°C<br>4.0以上 | 13 ≤ t < 21<br>-5°C<br>3.6以上<br>t ≥ 21<br>-15°C<br>3.6以上 | -18°C<br>4.1以上(L)<br>2.8以上(C)<br>-46°C<br>2.8以上(L)<br>2.1以上(C)                    | -12°C<br>2.8以上(L)<br>2.1以上(C)<br>-46°C<br>2.1以上(L)                                |
|                                          | V <sub>TR</sub> ≤ -35°C                                    | V <sub>TR</sub> ≤ -35°C                                    |                                                          |                                                          |                                                                                   |                                                                                   |
| 溶接部最高たさ                                  | Hv<br>400以下                                                | Hv<br>420以下                                                | Hv<br>440以下                                              | Hv<br>450以下                                              | -                                                                                 | -                                                                                 |
| 炭素当量                                     | 0.49以下                                                     | 0.53以下                                                     | 0.60以下                                                   | 0.62以下                                                   | -                                                                                 | -                                                                                 |

4. 確性試験結果の概要

この規格に基づき、鉄鋼各社において板厚 25mm, 50mm のH T 70, 80 鋼材の確性試験を行なった結果の概要を述べる。

1 確性試験は6社において行なわれたが、製鋼は電気炉あるいは転炉で行なわれ、転炉製鋼においてはすべて脱ガス処理を行なっている。

2 化学成分は各社共、Ni-Cr-Mo系を主成分とし、それにV,B,Tiの微量元素を添加しているところが多い。規格に示したCの量はH T 70, H T 80 ともにほとんど0.10~0.12%と低く、炭素等量について云えばH T 80 で0.45~0.53, H T 70 で0.41~0.49と充分規格を満足しそれに伴ない良好な溶接性試験の結果を得た。

3 衝撃特性に関して云えば、規格に示した-15°Cに衝撃値は、ほとんどが10<sup>kg・m</sup>以上を有し、破面遷移温度についても、ほとんどが-60°C~-100°Cの間にあり良好な結果を有している。なお、母材の脆性破壊発生特性を知る手段として有力なDeep Watch試験も今回の試験の一環として行なった。結果はH T 70, H T 80 共脆性破壊発生温度〔 $\frac{0.5}{2} T_i$ 〕<sub>C=40</sub>で-100°C~-180°Cと良好な結果を得た。

5. あとがき

本規格は南港連絡橋に使用する板厚 50mm 以下の鋼板を対象として作成したが、構造詳細検討の結果、板厚 50mm 以上のH T 70, H T 80の使用も必要となり、引続き規格の検討および確性試験を行なっている。詳細については別の機会で述べる予定である。