

神戸製鋼所 中央研究所 ○藤田 達 山田凱朗  
" 製品開発部 谷 余士雄 中原 猛

1. 緒言

現在使用されている土木建築用高力ボルトの強度の上限は11T(引張強さ $110\text{ kg/mm}^2$ )であり、橋梁など大型構造物で強く要望される13Tボルトは遅れ破壊の問題のためこれまで開発段階にあつた。

高張力鋼の耐遅れ破壊性に最も大きな影響をもつ因子は強度レベルであり、ほとんどすべての低合金鋼は引張強さ $130\sim 140\text{ kg/mm}^2$ 以上で敏感となるため、13Tボルト開発の困難さを招来している。

著者らはすでに他の影響因子である化学成分および焼もどし温度を通じ、高力ボルトの耐遅れ破壊性改善にくらかの成果を収め得たが、今回は上述の強度レベルに着目し、外周部の強度が内部よりも低いボルトにより、従来困難視されていた13Tボルト実用の大きな可能性を見出したことを報告する。

2. 開発指針・新13Tボルトの試作

次の2項目を開発の前提とする。 ① 遅れ破壊クラックの発生場所は、ねじ底表面近傍である。 ② 材料の強度が引張強さ $130\text{ kg/mm}^2$ (ビッカース硬さ390相当)以下ならば、遅れ破壊に対し安定である。したがって開発の技術的な指針は、『ねじ底表面から $0.5\sim 3\text{ mm}$ 深さまでのビッカース硬さが、 $300\sim 400$ で、中心部の硬さが $400\sim 550$ のボルトを何らかの方法で作成する。』となる。以下はこのために実施した方法で表面軟化の効果のあつたものである。また図1はその硬さ分布の一例である。

- 成分法 { 溶製複合材… インゴット凝固時、中心部のC、Mn等を富化する。
- { 溶着複合材… 表面に軟質鋼種を肉盛後加工。形状成形後溶射。
- { 嵌合複合材… 中心部材に軟質中空円筒を嵌合後加工し棒材とす。
- 熱処理法 { 高周波表層軟化… 誘導または通電加熱で表面のみ高温焼戻。
- { 塩浴・鉛浴表面軟化… 短時間浸漬し表層のみ高温焼戻軟化。
- { 火焰・プラズマ表層軟化… 同様短時間行ない表層のみ軟化。

これらの処理は焼入と焼もどしの間に入れるのがよいが、焼戻後でもよい。

3. ボルト実体締付曝露試験結果

表1は溶製複合材表層軟化13T、15Tボルトと従来よりの単体13Tボルトの比較である。表層軟化ボルトは明らかにすぐれた結果を示しており実用

新旧ボルト種別(M22)	等級	鋼種	ボルト引張強さ(kg/mm <sup>2</sup> )	締付ボルト本数*	破断本数(250日経過)
単体ボルト(比較材)	13T	SCM24, SNCM23	137~141	100本	12本
新表層軟化ボルト(複合材の場合)	13T	中央部 SCM4, SNCM8	138~141	75本	0本
	15T	外周部はC量のみ低減	153~158	25本	0本

表1 大気・淡水・海水中総合曝露試験結果 (\* 締付軸力は最高軸力の90%以上)

化の可能性が有る。特に15Tクラスでも破断を起していないことは驚くべきことであるといえる。なおこのような考え方は鋼板による溶接構造物にも適用できると考えられる。すなわち、 $100\text{ kg/mm}^2$ 以上の高張力鋼板では溶接割れを避け得ても、溶接部は止端部などに切欠を含むため遅れ破壊の危険があるが、表層軟化鋼板と表層部のみ低強度棒を使うか、溶接後表層軟化を行なうとよい。

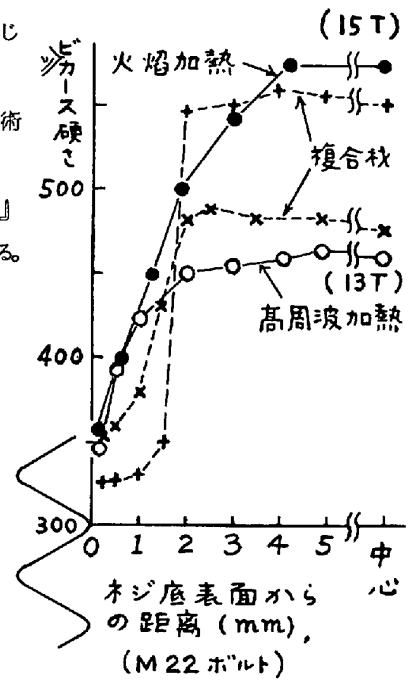


図1 ボルト表層硬さ分布