

I-A 354

鋼製橋脚定着用アンカーボルトの引張り特性

トビー工業（株）	正会員	藤原 英之
同上	正会員	石黒 邦男
名古屋工業大学	正会員	後藤 芳顕
同上	正会員	小畑 誠

1. まえがき

アンカーボルトは鋼製橋脚定着用部の挙動を支配する一つの重要な構成要素である¹⁾が、その挙動特性は必ずしも明らかにされていない。アンカーボルトは平滑な軸部（平行部）とねじ部から成っておりこの両者の挙動に支配される。特にねじ部では応力集中が生じアンカーボルトの変形能に影響を与えるものと考えられる。

ここでは、アンカーボルトの平行部+ねじ部の引張り試験を実施しその力学挙動を検討するとともに、現行のアンカーボルトの有効断面積算定式²⁾を用いた場合の降伏荷重、最大引張荷重についての妥当性を検証する。

2. 供試体

試験機の容量（2000kN）より、基本母材断面（平行部）を50φ、ねじ部の加工はISOメートル並目ねじのM48の仕様に従い切削加工を施し、加工精度は通常実構造で使用するものと同等の6g級とした。また、材質は、SS400、S35CN、S45CNの3材質を設定した。図-1に供試体形状を示す。ここに、A1タイプは母材断面（平行部）のみ、A2タイプは全域ねじ加工、A3タイプは実構造と同様に平行部とねじ部を有し、A4タイプは単純に強度比較をするためにM48の谷径を断面とする平行部のみの供試体を設定した。

3. 実験結果と考察

(1) ねじ部の有無による強度への影響

各供試体の降伏荷重と最大引張荷重の値を比較して表-1に示す。ここでねじ部の降伏荷重は載荷実験で得られるマクロ的なものであり、初期降伏荷重ではない。

表-1に示すように、全材質において全域ねじ加工を施したA2タイプは、ねじ谷径のA4タイプに比して降伏荷重は下回るが、最大引張荷重では若干上回る結果となった。すなわち、ねじ部の降伏荷重は平行部に比べ低下し、またこの傾向は降伏だが長い材質のアンカーボルトに強く現れている。理由としては、応力集中により、ねじ部の初期降伏荷重は低下するが、降伏だが短いとすぐにひずみ硬化が生じ、マクロ的な降伏挙動がアンカーボルトに現れないためと考えられる。一方、ねじ部が最大荷重に与える影響は小さいといえる。

(2) 変形状

ねじ切りの有無による変形状の相違を比較するため、実験結果の応力-ひずみ関係を図-2に示す。なお、ここでの

ねじ部の応力は後述の式(2)による有効断面積で算出している。図-2から、SS400材に比較して切欠き感受性の高いS35CN、S45CN材ではねじ切りの影響により破断までのひずみの減少率が大いことがわかる。

図-3は平行部とねじ部を有するA3タイプの荷重変位図（S35CN材）を示す。計算値はA1およびA2タイプの実験で得られた平行部とねじ部の各応力-ひずみ関係を指数関数¹⁾で近似させ、それぞれの部分の構成則

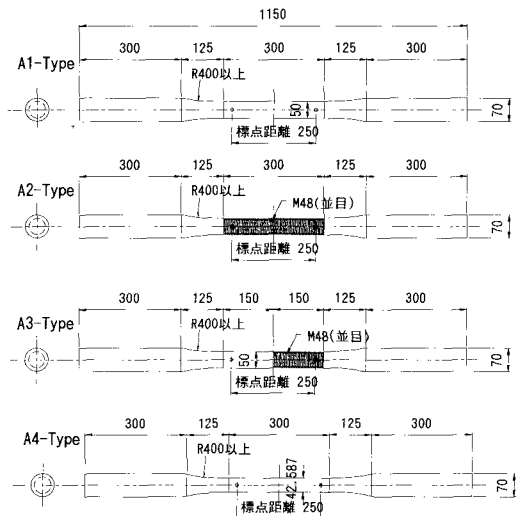


図-1 供試体形状図

表-1 実験結果

(kN)

	降伏荷重				最大引張荷重			
	A1-TYPE	A2-TYPE	A3-TYPE	A4-TYPE	A1-TYPE	A2-TYPE	A3-TYPE	A4-TYPE
SS400	653.7	433.5	447.5	460.9	943.8	705.5	700.3	691.0
S35CN	700.9	505.4	511.4	520.4	1156.8	854.9	854.5	851.4
S45CN	719.3	528.7	539.0	534.8	1238.9	914.7	912.0	910.4

を加算して計算したものである。図-3より、計算値と実験値とは良く一致し、このようなモデル化でアンカーボルトの挙動が表せられることがわかる。

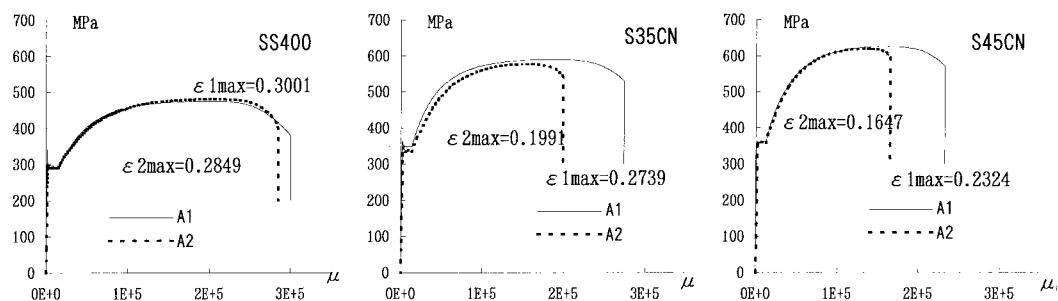


図-2 応力-ひずみ関係

(3) アンカーボルトの現行算定式の検証

一般にアンカーボルトの設計においては、式(1)または(2)で定義されるボルトねじ部の有効断面積に素材の許容応力を乗じた値を許容荷重としてボルトサイズが決定される。

$$A_s = \frac{\pi}{4} \left(\frac{d_1 + d_2}{2} \right)^2 \quad \text{----- 式(1)}$$

$$A_s = \frac{\pi}{4} \left(\frac{d_1 + d_2 - \frac{H}{6}}{2} \right)^2 \quad \text{----- 式(2)}^{(2)}$$

d_2 : おねじ有効径の基準寸法

H : とがり山の高さ

d_1 : おねじ谷の径の基準寸法

現行設計法における有効断面積の降伏・最大引張荷重への適用の妥当性を検討するために、ねじ部の供試体である A2 タイプの実験値と式(1), (2)による計算結果を比較して表-2 に示す。なお、この計算では、素材の降伏強度、最大引張強度として A1, A4 タイプから得られた各値の平均値を使用している。表から、降伏荷重では両算定値とも SS400、S35CN 材について 5~12% 実験値を上回ることがわかる。また SS400、S35CN 材の最大引張荷重、S45CN 材の降伏・最大引張荷重については概ね良く一致し全般的に式(1)よりも式(2)のほうが精度が良い結果となった。

5. まとめ

今回の実験より、アンカーボルトの以下の特性が明らかになった。

- ①. ねじ部の降伏荷重はねじ谷径の平滑材（平行部）よりも下回る。
- ②. ねじ部を有する SC 材では静的荷重下での破断ひずみは、ねじ部の母材断面を有する平滑材よりも約 30% 減少する。
- ③. ねじ部と平行部を持つアンカーボルトでは、それぞれの部分に対する独立な構成則を用いることで挙動を解析することができる。
- ④. 現行設計での有効断面積算定式を用いた降伏荷重は、実降伏荷重より大きめの値となる。

<参考文献>

- 1) 後藤他：鋼製橋脚定着部の終局挙動とそのモデル化に関する考察，構造工学論文集，VOL.42A，1996
- 2) JIS B1082：ねじの有効断面積及び座面の負荷面積，1987

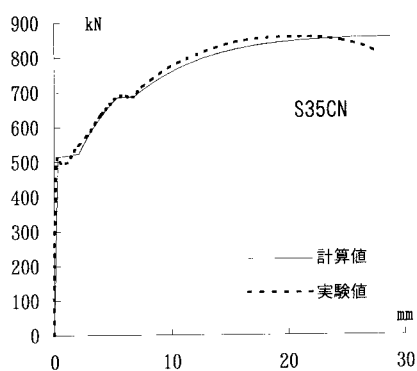


図-3 A3 タイプの荷重変位関係

表-2 ねじ部の強度比較表

	降伏荷重			最大引張荷重		
	A2-TYPE	①式	②式	A2-TYPE	①式	②式
	平均値	算定値	算定値	平均値	算定値	算定値
SS400	433.5	486.8 112%	478.8 110%	705.5	716.0 102%	704.2 100%
S35CN	505.4	537.7 106%	528.9 105%	854.9	885.2 104%	870.6 102%
S45CN	528.7	548.2 104%	539.2 102%	914.7	940.6 103%	925.1 101%