

VI-83

橋梁工事の型枠支保工に用いるブラケットについての研究
その2 アンカーボルトの摩擦力および剪断強度について

労働省産業安全研究所 正会員 大幡勝利
同 正会員 小川勝教
同 正会員 河尻義正
社団法人仮設工業会 正会員 一木 岳

1. はじめに

その1で述べたアンカーボルトの強度特性のうち、ブラケットに作用する剪断力によって、ブラケットとコンクリートの間に生じる摩擦力や、アンカーボルトが受ける剪断力の特性を調べるため、摩擦、剪断に関する試験を行なった。

2. 試験概要

摩擦力試験、剪断試験ともに、図1に示すような架台の上に供試体を載せて、300ton圧縮試験機を用いて加圧試験を行なった。

(1) 摩擦力試験

ボルトの締め付け軸力によって、ブラケットとコンクリートの間に生じる摩擦力を調べるため、ある軸力のボルトで取り付けられたプレートに剪断力をかけた時の、滑り始め荷重および最大摩擦力を調べた。その際、プレートの滑り具合がよくわかるように、供試体にプレートを取り付ける時、プレートのボルト穴とボルトが接触しないための、4mmほどのすき間をあけておいた。また、ボルトを3.5tonと7.0tonの2つの軸力で締め付け、本数も1本、3本、5本、10本と変化させた。

試験では、各荷重におけるプレートの鉛直、水平変位とボルト軸力を測定し、プレートとボルトが接触するまで行なった。

(2) 剪断試験

アンカーボルトの剪断特性や群ボルト効果を調べるために、図2・表1に示すような試験パターンでプレートに剪断力を与えていき、破壊に至るまでの諸量を測定した。ボルト5本使用時において、1本効き、3本効き、5本効きとあるのは、施工誤差による剪断強度への影響を調べようとしたものである。

測定項目は、各荷重におけるプレートの鉛直、水平変位、ボルト軸力、アンカー応力、コンクリート表面と内部の応力等で、各試験パターンにおいてボルトの締め付け軸力を変化させた。

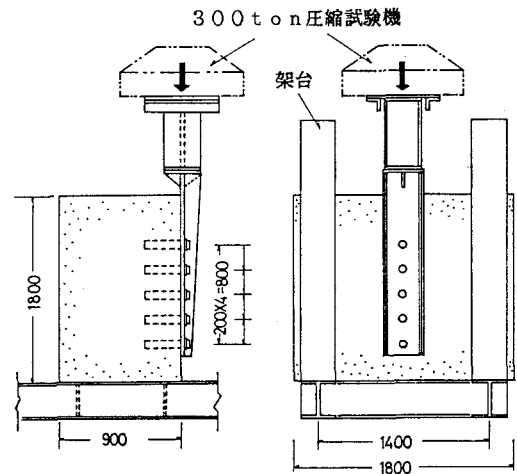


図1 試験装置

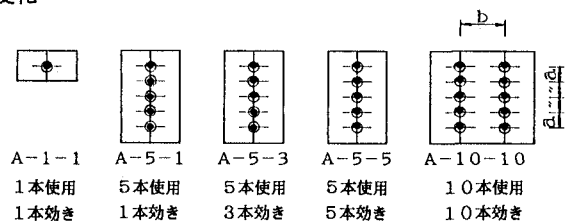


図2 試験パターン

表1 試験パターン

試験パターン	アンカー間隔a	アンカー間隔b
A-5-1 ~A-5-5	200mm	—
A-10-10	200mm	200mm 250mm

3. 試験結果と考察

(1) 摩擦力試験

プレートの鉛直変位量と荷重値の関係は、図3のようである。この図で、グラフの傾きが変わり始めた点の荷重が滑り始め荷重である。この点を越えるとプレートが徐々に滑り始め、ある荷重（最大値）に達すると完全に滑ってしまい、もはや摩擦力は期待できなくなってしまう。したがって、この最大値を最大摩擦力と呼ぶことができ、最大摩擦力に対する滑り始め荷重の割合は、試験結果よりおよそ8～9割であった。

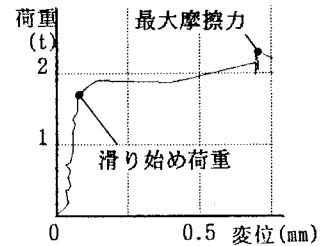


図3 プレート変位と荷重の関係

次に、ボルトの締め付け軸力と、上述の最大摩擦力をボルトの取り付け本数で割った、ボルト1本当りの最大摩擦力の関係は、図4のようになる。この図から、ボルト1本当りの最大摩擦力はボルトの本数には無関係であるが、ボルトの締め付け軸力との間には強い相関関係があるといえる。したがって、ボルト1本当りの最大摩擦力はボルトの締め付け軸力に比例して増大し、図4から、両者の関係を最小二乗法で近似した式で表わすと、

$$F = 0.64 T_0$$

$$F : \text{最大摩擦力 (ton)}$$

$$T_0 : \text{ボルトの締め付け軸力 (ton)}$$

となる。この直線の傾き、すなわち0.64が摩擦係数を表わすものと思われる。

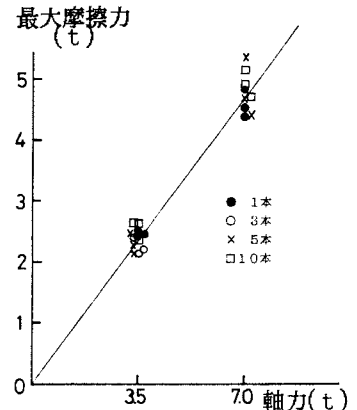


図4 ボルトの締め付け軸力と最大摩擦力の関係

(2) 剪断試験

アンカーボルト1本当りの剪断特性を調べるために行なった、プレートを1本のボルトで取り付けた場合の剪断試験の結果、ボルトの締め付け軸力と剪断強度の関係は図5のようになる。両者の関係を最小二乗法で近似した式で表わすと、

$$P = 18.3 + 0.33 T_0$$

$$P : \text{剪断強度 (ton)}$$

となる。上式より、ボルトの締め付け軸力が0tonの時の剪断強度は、18.3tonであると考えられる。また、右辺第2項は摩擦力による剪断強度の増加分と思われるが、前述した摩擦力試験の結果と比較すると、ある軸力でボルトを締め付けた時、最大摩擦力の約半分が剪断強度に加わっていることがわかる。

次に、複数のボルトでプレートを取り付けた場合の剪断強度は、上述のアンカーボルト1本当りの剪断強度Pを用いて次式で表わせられる。

$$P_n = \alpha \cdot n \cdot P$$

$$P_n : \text{アンカーボルト } n \text{ 本の剪断強度 (ton)}$$

$$= \alpha \cdot n \cdot (1.83 + 0.33 T_0) \quad n : \text{アンカーボルトの本数}$$

ここで、 α は施工誤差によってボルト穴に不整が生じた場合の強度の低下率である。プレートを5本のボルトで取り付けたが、剪断に対してm本のボルトしか効いていない場合を想定した試験の結果より、 α は表2のように求められる。同表より、施工誤差によってボルト穴に不整が生じることを考え、剪断強度算定時には最低限の安全性を見込んで、 $\alpha = 0.8$ 以下とする必要があると考えられる。

なお、群ボルト効果による剪断強度への影響は、今回は認められなかった。

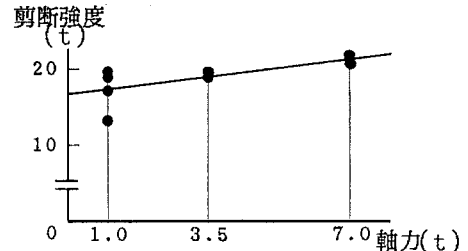


図5 ボルトの締め付け軸力と剪断強度の関係

表2 強度の低下率 α

	締め付け 軸力 (t)	剪断強度 (t)	α
1本 効き	1.0	79.0	0.85
	3.5	84.1	0.86
3本 効き	1.0	80.3	0.86
	7.0	87.2	0.85
5本 効き	1.0	96.4	1.03
	3.5	89.6	0.92