

コンクリートとブラケット鋼材の摩擦係数に関する実験

日本道路公団高松建設局	正会員	松田 哲夫
日本道路公団高松建設局	正会員	湯川 保之
日本道路公団高松建設局		和田 信良
大成建設	正会員	○宇野 正修

1. はじめに

橋梁工事の支保工として、ブラケットをPC鋼材にて緊張し橋脚に固定する、PC鋼材締付方式ブラケット工法が多く施工されている。この方式は、PC鋼材でプレストレスを与えることにより、ブラケットベースプレート面と橋脚コンクリート面との摩擦抵抗力が外力（せん断力）に抵抗するものである。ベースプレート面とコンクリート面との摩擦係数は、 $\mu = 0.4$ が慣用的に用いられている。しかし、リース材のブラケット用鋼材は、防錆塗料が塗られているのが普通であり、実際の現場においてもベースプレート面とコンクリート面の馴染を良くするためにベニヤ等を挟む場合も多く、使用状態は様々である。本実験は、各接触条件における摩擦係数を正しく評価するために行ったものであり、その実験結果および考察について述べるものである。

2. 實驗概要

図-1に摩擦係数実験装置図を示す。試験体コンクリートは、一般に橋脚に用いられている $\sigma_{28}=240$ kgf/cm² とし、巾30cm、奥行き30cm、高さ80cmの試験体2体の間に、接触寸法15cm*25cmの載荷鋼板をはさみ、その載荷鋼板に200 tジャッキを用いて鉛直方向に載荷を行い、水平方向には、100 tジャッキを用いてプレストレスの導入を行った。また、ジャッキの先端には球座を用いて偏心荷重が作用しないように配慮した。測定方法は、荷重計と変位計にて行った。

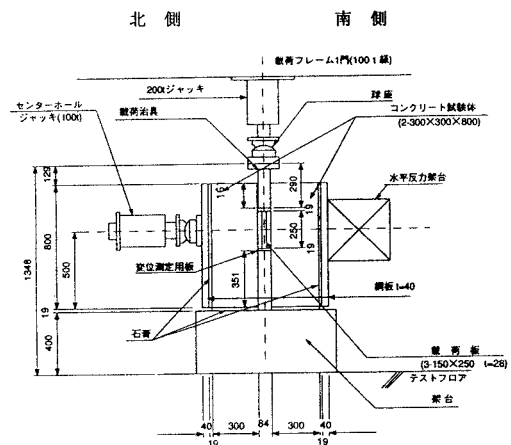
接触条件は、現場で通常使用されている3条件
 (①鋼板面*ベニア板(厚さ2mm)、②防錆鋼板面*ベニ
 ヤ板(厚さ2mm)③防錆鋼板面)について、また、プレ
 ストレス導入力による摩擦面圧縮応力度は、現場で使
 用されているブラケット構造及び導入力を考慮し、
 3摩擦面圧縮応力度($\sigma_1=10\text{kgf/cm}^2$ 、 $\sigma_2=50\text{kgf/cm}^2$ 、
 $\sigma_3=130\text{kgf/cm}^2$)について行った。

載荷荷重 (P) - 変位 (u) 曲線より最大摩擦抵抗力を求めるが、とくに低荷重での変位が微妙でバラツキが大きい等の誤差が考えられるので 1 応力度について 3 供試体とした。表-1 に実験ケースを、式-1 に摩擦係数算定式を示す。

表-1 実験ケース

	接触条件	摩擦面圧縮応力度 σ 1,2,3(kgf/cm ²)	供試体数
実験1	鋼板面+ベニヤ板	10	3
		50	3
		130	3
実験2	防錆鋼板面+ベニヤ板	10	3
		50	3
		130	3
実験3	防錆鋼板面	10	3
		50	3
		130	3

図-1 摩擦係数実験装置図



式-1 摩擦係数算定式

$$\text{摩擦係數 } \mu = \frac{P_v}{2 \cdot P_h}$$

Pv; 載荷荷重〔鉛直荷重〕(tf)
Ph; 試験体のプレストレス力〔水平荷重〕(tf)
 $P_h = A \times \sigma_1 \sim \sigma_3$
A; 試験体の接地面面積(cm²)
(15cm×25cm=375cm²)
 $\sigma_1 \sim \sigma_3$; 試験体の摩擦面圧縮応力度(kgf/cm²)
($\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3 = 10, 50, 130 \text{ kgf/cm}^2$)

3. 実験結果と考察

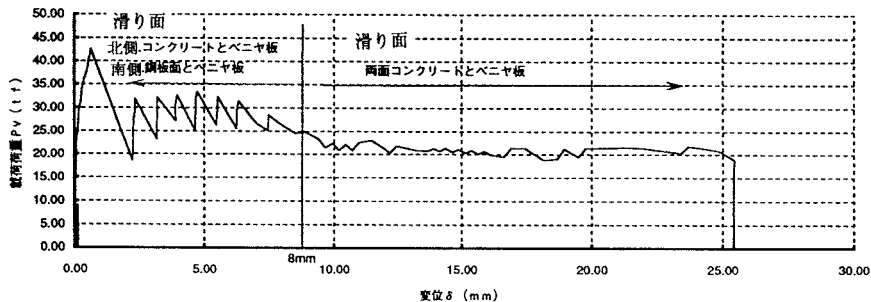
表-2に摩擦係数算定結果、図-3に1例として防錆鋼板面*ベニヤ板、 $\sigma_3=130\text{kgf/cm}^2$ の載荷荷重(P)一変位(δ)曲線を示す。

鋼板が滑り出す時の載荷荷重は、最初に滑り出した時の値が最も大きく、次第に低下して一定の値に落ち着いた。摩擦係数算定用の載荷荷重は、最初に滑り出す時の値とした。

滑り性状は、実験1の「鋼板面とベニヤ板」の場合、9ケースのうち8ケースが「鋼板とベニヤ板」間での滑りで、摩擦係数は、 $\mu=0.308\sim0.445$ となった。残り1ケースは「コンクリートとベニヤ板」間での滑りで、摩擦係数は、 $\mu=0.319$ となった。実験2の「防錆鋼板面とベニヤ板」の場合、「防錆鋼板とベニヤ板」が4ケース、「コンクリートとベニヤ板」が2ケース、「初動が防錆鋼板とベニヤ板で途中からコンクリートとベニヤ板」が2ケース、「片面がコンクリートとベニヤ板、もう片面が防錆鋼板とベニヤ板」が2ケースとさまざまな滑り方をしたが、初動の滑り性状は、「防錆鋼板とベニヤ板」と「コンクリートとベニヤ板」に分類できそれぞれの摩擦係数は、 $\mu=0.404\sim0.439$ 、 $\mu=0.310\sim0.433$ となった。実験3の「防錆鋼板面」の場合、摩擦係数は、 $\mu=0.391\sim0.579$ となった。

以上より、滑りは一定の性状を示していない。これは、鋼板面、防錆鋼板面、コンクリート面、ベニヤ面の性状にばらつきがあり、これらの4つのパラメータの組み合わせで最も摩擦係数が小さくなった面で滑ると考えられる。

図-3 載荷荷重(P)一変位(δ)曲線（防錆鋼板面*ベニヤ板、 $\sigma_3=130\text{kgf/cm}^2$ ）



4. まとめ

実用されている接触条件を再現した摩擦係数実験の結果、今まで使用されていた値より小さいことが分かった。摩擦係数の設計値として、ベニヤ板を挟む場合 $\mu=0.3$ 、防錆鋼板面の場合 $\mu=0.4$ が適切であると考えられる。

〔謝辞〕

本実験は、(財)高速道路調査会・仮設P C鋼材委員会の検討過程で実施されたものであり、本文を書くにあたり、國島正彦委員長(東京大学)をはじめ委員・幹事の皆様に、感謝の意を表します。

〔参考文献〕 (財)高速道路技術センター：特殊支保工の設計・施工マニュアル

表-2 摩擦係数算定結果

	水平力 摩擦面圧縮応力 σ (kgf/cm ²)	鉛直力 載荷力 (gf)	μ	
			μ	μ min
実験1 鋼板面+ベニヤ板	10	2.39	0.319	0.308
	10	2.78	0.371	
	10	2.31	0.308	
	50	14.99	0.400	0.367
	50	13.77	0.367	
	50	13.99	0.373	
	130	33.25	0.341	0.341
	130	43.43	0.445	
	130	34.24	0.351	
実験2 防錆鋼板面+ベニヤ板	10	3.25	0.433	0.404
	10	3.03	0.404	
	10	3.25	0.433	
	50	15.88	0.423	0.310
	50	16.08	0.429	
	50	11.63	0.310	
	130	39.56	0.406	0.406
	130	42.79	0.439	
	130	42.24	0.433	
実験3 防錆鋼板面	10	4.12	0.549	0.417
	10	4.31	0.575	
	10	3.13	0.417	
	50	18.35	0.489	0.459
	50	21.71	0.579	
	50	17.21	0.459	
	130	47.66	0.489	0.391
	130	53.43	0.548	
	130	38.12	0.391	