

I-223 東京港連絡橋（吊橋部）のケーブルスリップ対策検討

首都高速道路公団	正員	小島	宏
同	正員	久保田	信雄
同	正員	長谷川	和夫
新日本技研（株）	正員	竹名	興英

1. まえがき

東京港連絡橋の吊橋部は、中央径間570m、側径間114mで側径間比が非常に小さく0.2となっている。（図-1参照）この場合、主塔サドルにおける主径間側と側径間側のケーブル傾斜角の差が大きくなるために、ケーブル張力に差が生じケーブルが滑ろうとする。この滑動に対する抵抗力は主にケーブルとサドルとの摩擦力である。これまでケーブルとサドルの摩擦力、すなわち摩擦係数に関する実験はいくつか行われているが、いずれも実橋の状態の再現性が十分でなくばらつきが見られる。本研究は、できるだけ実橋を再現した試験装置を用いて滑り実験を行い、摩擦係数、締め付けボルトの効果等を調べたものである。

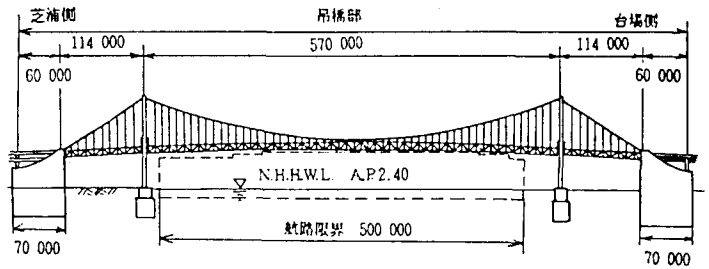


図-1 吊橋概要図

2. 実験方法

試験装置の全体図を図-2に示す。試験に用いたケーブルは直径5mmの素線132本で構成する平行線ストランドである。実際のサドルでの状態を想定して、ケーブルの断面形状は長方形（横12列、縦11段、単斜方配列）にするとともに、サドル底面でケーブルがなじむように中央で曲げて製作した。

サドルの材質はSCW49で接触面積を変化させるために、曲率半径500mm及び750mmの2組とした。サドル部分でストランドの形状保持のため、サドル底面長さよりやや長い2つのスペーサーでケーブルを挟んでいる。実験は次の手順で行った。

- a) サドル上にストランドをセットし、ストランドの両側をジャッキに取り付け、張力を導入する。
- b) サドルに取り付けたテンションロッドでサドルを回転させる力を加える。
- c) サドルとストランドの相対変位、サドルの絶対変位を測定しながら、滑りが生じるまでテンションロッドの荷重を増やし、滑り荷重、摩擦係数を測定する。
- d) その他、素線の摩擦係数の測定試験、素線群の側圧、底面圧の測定試験を行った。

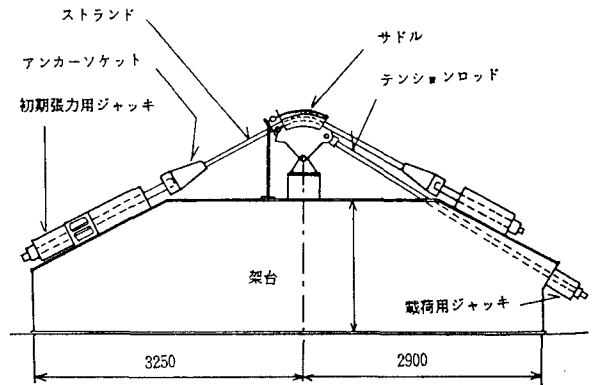


図-2 実験装置

3. 実験結果

(1) 摩擦係数についての試験：条件を変えて8シリーズの滑り試験を行い、摩擦係数と絶対変位の関係を測定した。図-3にサドル底面を機械仕上げしたもの、図-4に亜鉛溶射したものについての結果を示す。

滑り試験の繰り返し回数ごとに曲線が異なるが、3回目以降はほぼ一定の曲線になる。特に、第1回目の曲線は早めに変位が大きくなるが、これはケーブル素線間の横方向の摩擦によって第1回目にはケーブルが十分しまった状態でないために局部的な滑りが早めに生じたためと想定できる。

(2) 締め付けボルトの効果についての試験：ボルトの締め付け力は試験開始時に比較して30%から50%低下する。これは、長時間にわたって素線どうしが横方向に滑ることによってケーブル断面が変化するためと考えられる。

(3) 素線の摩擦係数測定試験：機械仕上げだけのものに比べて、亜鉛溶射したものの方が摩擦係数はやや高く、亜鉛溶射の多い方が摩擦係数が大きい傾向である。又、チップにジンクリッチプライマを塗布した場合、摩擦係数は大きくなる。

(4) 素線群の側圧、底面圧の測定試験：ケーブルを砂と仮定し、クーロンの主働土圧から求めた側圧の解析値と試験値とは良い一致を示した。従ってこの解析モデルによって、側圧によって生じる摩擦係数を設計に取り入れることが出来ると思われる。

4. 考察

本研究における摩擦係数の測定結果を表-1に示す。ケーブルの試験ではサドル面を亜鉛溶射した場合は、しない場合に比べて摩擦係数がかかなり大きくなり、従来設計で用いられている摩擦係数0.15より大きな値を用いることが可能と考えられる。

5. あとがき

本研究の結果、ケーブルの滑りに関する疑問点としては、第1回目の滑り試験の変位急増点が生じる原因、長時間にわたって生じる微小滑りの原因、及び素線の試験結果と摩擦係数がかかなり違うこと等が残されている。本橋梁を設計する上で、これらの疑問点を解明するとともに、下記の事柄を検討する必要がある。

- (1) 更に精密な荷重ホールド実験による滑り変位全体の把握
- (2) 摩擦スペーサーの確認
- (3) 亜鉛の適正溶射量及び施工性等の検討

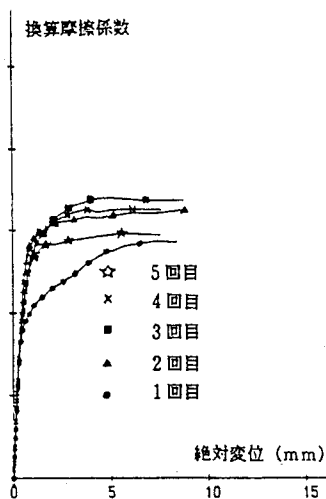


図-3 換算摩擦係数-絶対変位曲線 (機械仕上げ)

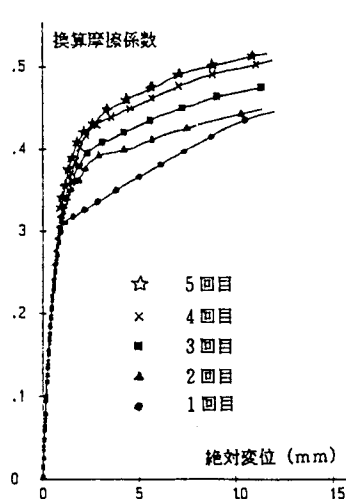


図-4 換算摩擦係数-絶対変位曲線 (亜鉛溶射)

表-1 各試験の結果

試験名	締め付けボルトの使用	サドル表面	最大静止摩擦	第一回滑り試験変位急増点
ケーブルとサドルの滑り実験	×	機械仕上げのみ	0.34	0.21
		プライマ	0.31	0.22
	○	亜鉛溶射 (600g/m ²)	0.51 (注)	0.32
		亜鉛溶射 (600g/m ²)	0.50 (注)	0.37
ケーブルとサドルの滑り実験の追加実験	×	亜鉛溶射 (1200g/m ²)	0.44	
素線の摩擦係数測定試験		機械仕上げのみ	0.23	
		プライマ	0.33	
		亜鉛溶射 (600g/m ²)	0.24	
		亜鉛溶射 (1200g/m ²)	0.25	

(注) 変位が大きくなった時、ケーブル断面が偏平になりスペーサーが側面に接触して摩擦計数が大き目に観測された可能性がある。