

本州四国連絡橋公団 正会員 榎波 義幸
 本州四国連絡橋公団 正会員 北川 信
 株式会社神戸製鋼所 正会員 ○ 西 壽樹

1. まえがき ケーブルバンドは吊橋のハンガーロープをメインケーブルに連結するとともに ケーブルを締め付けてこれを構成するワイヤが一体となって働くようにするもので その構造はケーブル径と同一内径を有する半円シェル状の鋳鋼をボルトで締め付けるのが普通である。このケーブルバンドに関する実物大模型実験はこれまでも種々行なわれ、¹⁾²⁾³⁾ それらのデータはその都度バンド設計に寄与してきたが まだ未解決の問題やその後新たに生じた問題等がある。

本実験は 直径510mmのケーブルに二種類のバンドを取り付けて種々の試験を行ない バンドの設計に必要な基本データを得ようとするものである。

2. 設計上の問題点 ケーブルバンドを設計する場合は 主として次の3点を考慮する必要がある。

- (1) すべり抵抗力として所要の安全を有すること。 $F = \mu \pi Z$ F: すべり力
- (2) バンド応力として十分な強度を有すること。 $\sigma = \frac{Z}{l} \left(\frac{l}{2x} + \frac{x^2}{l^2} \right)$ μ : すべり抵抗係数
- (3) バンド内圧として適当な値であること。 $g = \frac{\pi}{l \cdot D}$ Z : ボルト全締付力

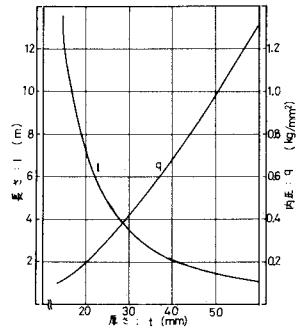
これまで主要な吊橋に採用されたバンド内圧の実績は $g = 0.3 \sim 1.0 \text{ Kg/mm}^2$ と幅があっていずれが適当な値であるか明らかでない。すなわち、現在の設計の考え方では ①薄肉で長いバンドを用いてバンド内圧を低くする。②厚肉で短いバンドを用いてバンド内圧を高くする。の二つの方向が考えられるが バンド内圧、バンド長、バンド肉厚をどの程度にすべきが確立されていない。たとえば $D = 510 \text{ mm}$, $Z = 720 \text{ ton}$, $\sigma_a = 14 \text{ Kg/mm}^2$ とすると 第1図のようになり l と t は 種々の選び方が可能である。また 設計上ケーブルを真円と仮定することが実際とどの程度相異なるかも検討しておく必要がある。

3. 実験系列 本実験では 薄肉の長いバンド(B1)と厚肉の短いバンド(B2)を用いて 第1表に示す系列の組合せより (i) 円周方向応力試験 (ii) すべり試験 (iii) 橋軸方向応力試験 (iv) バンドボルトの軸力抜け測定試験 を行なう。

4. 実験概要 供試体は直径5mmのワイヤ9本で構成されるパラレルワイヤストランド(PWS91×9mm)9本をケーブル断面が正六角形になるように配列したもの(S1)と横方向に扁平を配列したもの(S2)にB1, B2, バンド(材質は共にSC47)を取り付けたものである。

実験はまずS1配列のケーブルをスクイズマシンにて円形($D = 510 \text{ mm}$)にした後、B1, B2バンドを取り付け、ボルトテンショナーにて各ボルトに所定の軸力(P2, P3, P4)を導入した時、バンドに生じる円周方向応力を歪ゲージにて測った。なお ボルト軸力の管理はボルトに貼り付けた歪ゲージにて行なった。

続いて、両バンド間に200tonジャッキ3台と反力板を入れて、各締付力に対するバンドのすべり抵抗力を測定した。(写真) すべり量



第1図 ケーブルバンドの長さlと内圧g

第1表 実験の系列

項目	記号	内 容
バンドの種類	B1	2660 ¹ X 35 ¹ X 510 ^D
	B2	1520 ¹ X 45 ¹ X 510 ^D
ストランドの配列	S1	正六角形配列
	S2	横方向に扁平を配列
バンドの内圧	P1	25 kg/cm ²
	P2	50 kg/cm ²
	P3	75 kg/cm ²
	P4	100 kg/cm ²

は変位計で、ジャッキ力は圧力変換器で検出し、両者を電磁オシロト記録させてバンドのすべり始め時の抵抗力を求めた。試験は各バンドに対してボルト軸力を3水準選び、低い方から3回ずつくり返して行った。その後再現性を調べるためにケーブルを一たんばらし、再びS1に配列して同様に試験した。

次に、全ストランドを二つに切断して、一方をS2配列とし偏平なケーブル断面にスチーズした後、B2バンドを取り付けボルトに所定の軸力(P2, P3, P4)を入れて、バンドの円周方向応力を測定した。

他方はS1配列にしてB1バンドを取り付けて所定の軸力(P2, P3, P4)を導入した後、縦型300トン試験機にてバンド中央に垂直荷重を載荷し、バンドに生じる橋軸方向応力とバンドの変位を測定した。

最後に、両方のストランドをS1配列にして、B1, B2バンドを取り付けて、各々にP4に相当する軸力を導入し、その後のボルト軸力とバンド応力の経時変化を測定した。なお、ボルト軸力は歪ゲージで管理するとともに伸び測定器でも管理した。

5. 結果の一例 (i) S1配列時の円周方向応力試験結果を第2, 3, 4図に示す。第2図はバンドの腹部で検出した円周方向応力を長手方向について表示したものである。

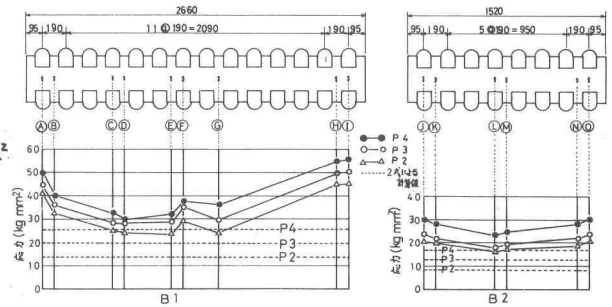
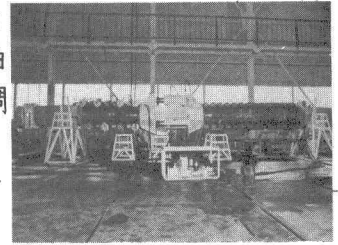
($E = 2.1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$ とした) 両バンド共にバンド端部では中央部よりも若干大きな応力となっており、②式により求めた計算値と比べれば2~3倍の応力となっている。これより設計に際しては、ケーブル半径の推定誤差等によってバンドに発生する応力等も考慮せねばならぬと思われる。第3, 4図はともにバンドの中央部の断面について円周方向応力分布を表わしたものであるが、他の断面でも似たような結果が得られている。(図中の同心円は②式から求めた計算値を示している) 本供試体ではボルト座間の谷部断面の上下縁はほぼ自由端に近いために、上下縁では低い応力となったが、バンド腹部ではボルト座を含む断面の応力と大差ない。

(ii) すべり試験結果は第5図に示す通りで、図中の直線は①式を用いて最小二乗法により求めたものである。この直線の傾きからすべり抵抗係数を求めると、B1バンドでは $\mu_1 = 0.279$ であるのに対して、B2バンドでは $\mu_2 = 0.205$ となり、B1バンドの方が大きな値となった。

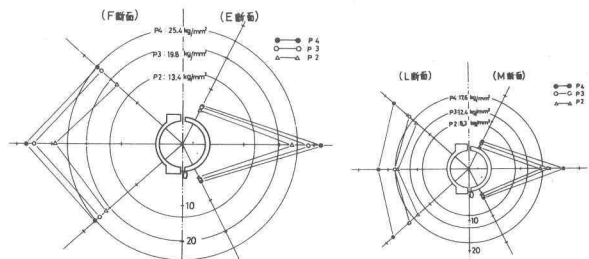
なお、実験は現在も継続中であり、これらの結果については講演当日に発表する予定である。

(参考文献)

- 1) 若戸橋調査報告書(11章), 日本道路公団福岡支社編, 土木学会発行
- 2) 神戸製鋼技報, 18-2 (1968-4)
- 3) 神戸製鋼技報, 21-4 (1971-10)

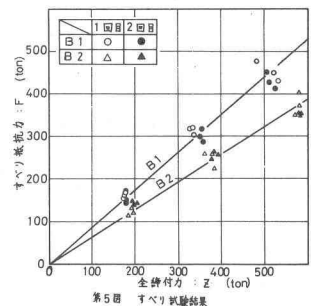


第2図 バンドの腹部における円周方向応力の分布



第3図 B1バンドのE-F断面における応力の分布

第4図 B2バンドのL-M断面における応力の分布



第5図 すべり試験結果