

神戸大学 工学部 工博 正 員 西村 昭
 神戸大学 工学部 学生員 本下 総
 (株) 神戸製鋼所 正 員 肥後 春生
 (株) 神戸製鋼所 正 員 島田 忠幸

長大スパン吊橋用パラレル・ワイヤ・ケーブルの設計・施工上の資料を得るために、実際と同様にスクイズ (squeeze) され、ラッピングされた供試体 (ワイヤ総数 19, 212 本, ワイヤ径 5 mm, ストランド数 37, ラッピング・ワイヤ径 3.8 mm, ラッピング強力 150 kg) を作成し、ケーブルバンドを締付けた場合の、ケーブル・バンドの歪分布、ワイヤの引き抜き抵抗、ケーブル・バンドの押し抜き試験による滑動抵抗等を測定した。

1. 供試体の製作

ケーブルはスパン 1000 m 程度の、長大吊橋に必要な断面を有するものとして、276 本よりなるストランド 37 束を六角形状に配列し、スクイー징・マシンで円形に締付けた後、ケーブル・バンドを取り付けた。ケーブル・バンド締付けボルト (材質 KHT 80+P) は 6 本とし、1 本当りの締付け力 50,000 kg で設計した。材質は SC46, バンド肉厚はボルト締付け時に生じる、バンド引張力、及びボルトのバンド壁中心からの偏心のために生じる、曲げモーメントから決定した。バンドは当初、ケーブル・空隙率 16.6% と仮定し、内径 552.4 mm に製作したが、実物供試体はやや径が大きかったため、内径 564.0 mm に削った。この際の空隙率は 20.7% になった。

2. 実験方法

(1) ケーブル・バンドの歪分布 バンド・ボルトを締付けた場合の、ケーブル・バンドの応力分布を実験的に調べるために、ストレイン・ゲージをバンド円周方向に 15° おきにバンド表面にはりつけボルト軸力を 10, 20, 30, 40, 50 へと変化させて、軸力と歪分布の関係を求めた。ボルトはインパクト・レンチで締付け、軸力はロード・セルで計測を行なった。

(2) ワイヤの引き抜き抵抗 ボルト締付けによる、ケーブルのしまり具合を調べるために、ケーブル供試体の端部から、任意の場所のワイヤを引き抜き、ワイヤ引き抜き力とボルト締付け力の関係、及び引き抜き抵抗の場所的な変動の関係を調べた。

(3) すべり抵抗の測定 ハンガーからの荷重に対する、ケーブル・バンドの摩さつ抵抗を調べるために、ケーブル・バンド片とワイヤの間の摩さつ試験と、実物大ケーブルに取り付けた 2 組のバンドの押し抜き試験を行なった。前者はバンド片と同材質 (SC46) の試験片 (25×8×25) の間に、ワイヤをはさみ、材片をボルトで締付けて、ボルト締付け力とワイヤ引き抜き力との関係を求めた。後者では 2 組のケーブル・バンドを 100 トン ジャッキ 3 個で押し抜けた。この際ボルト 1 本当りの軸力を、30, 40, 50 とした。

3. 実験結果 及び 考察

(1) ケーブル・バンドの歪分布結果 測定結果を図-1 に示す。バンド応力について差察すると次のようになる。いま、バンド円周方向の応力を σ , ボルトの全締付け力を Z , バンド肉厚を t , バンド壁中心とボルト中心の偏心距離を e とすると、

$$\sigma = \frac{\Sigma}{2lt} + \frac{3\Sigma c}{lt^2}$$

これは図-1に示す如く、直線となる。5, 6, 7の応力が非常に小さいが、これはボルトの応力が測定付近に十分伝達されていないためである。バンド応力は左右対称でなかったが、これはケーブルが完全に円形でないためであり、応力は六角形状に配置されたストランドの頂角で大きくなった。

(2)ワイヤの引き抜き抵抗試験結果 ワイヤの引き抜き力はボルトの締付け力の増加に従って増加しているが、増加の割合は一定していない。又ケーブル内の場所的な変動も、定まった傾向が見られなかった。従って、ケーブル締めつけの際には、ケーブルの場所的なしまり具合を考慮する必要はない。

(3)バンドのすべり抵抗試験結果

(1)ワイヤとバンド片のすべり抵抗試験結果 試験結果は表-1の通りである。この試験では、ケーブルバンド片の表面状態を2種類、即ち平滑面と溝つき面をとったが、摩さつ係数の変化は認められなかった。又締付け力の違いによる、摩さつ係数の差も認められなかった。

(2)バンドの摩さつ係数 試験結果は図-2の通りであった。本実験ではボルトは、20, 40, 50 Nの各段階まで締付けて滑らし、試験終了後、再び30 Nまでゆるめつつ、同じ実験をくり返した。図-2に示す如く、摩さつ係数は0.20~0.40の値を示してあり、試験回数を増す毎に、すべり抵抗力は増加している。又スパイラル・ロープのすべり実験と比較してみると、すべりは急に起っており、すべり時にはボルト張力の減少する事がわかった。

(1)

4. 結び

今回の実験を通じて、気付いた点をあげて結びとする。バンド締付け時にワイヤがバンド溝内に、はまり込むのを防止するため、バンド両端に Key を挿入したが、それでも相当数のワイヤが溝の中にかみ込んだ。従って Key はボルト部以外の部分に、全て入れる事が望ましい。又ボルト締付け方法として、インパクト・レンチを使用した但、軸力を均一に導入する事は難しかった。今後、ボルト締付け方法の改善が必要と思われる。

参考文献

(1) 若戸大橋調査報告書

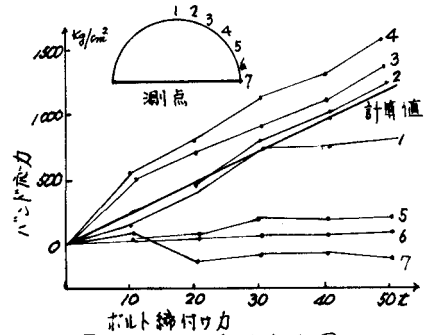


図-1 バンド応力分布図

バンド内面	締付け力	すべり荷重	摩さつ係数
平滑	100 kg	19.6 kg	19.6%
	200	45.6	22.8
	300	53.7	17.9
	400	83.0	20.8
溝つき	100	18.0	18.0
	200	37.2	18.6
	300	40.2	20.1
	400	82.5	20.6

表-1 ワイヤとバンド片の摩さつ

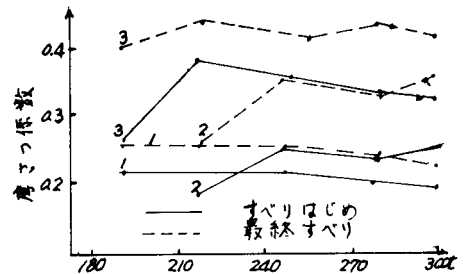


図-2 締付け力と摩さつ係数の関係