

吊橋用親線鋼索試験に就て

木 田 次 郎

昭和十年九月本縣附近を襲つた大暴風雨により縣下は未曾有の大災害を被り、橋架の被害も大小595橋の多數に上つた。而て之が應急の復舊工及復舊修築工事に當り吊橋として架設したのもも相當數に達した。

従つて橋の生命線である親線鋼索の強度等に関しては製品に就いて試験しなければならぬ。設計の當時は製造會社の型錄を参考とする外なかつたが、應力算定に當り鋼索の弾性恒數又は實際架設に當り最も重要である伸量等を確める必要を生じ、此目的を以て災害復舊工の久呂保橋、二惠二見橋及縣工事の敷島橋の三橋の親線鋼索に就いて試験を内務省土木試験所に依頼した。而て極めて詳細な報告に接したので此試験結果を以下に取纏めて見ようと思ふ。

尙此試験に就て土木試験所の青木技師及宮澤技手が絶えず御親切に御指導下さつた事を此處に深く感謝する次第である。

目 的

- A 設計に當り型錄によつて使用鋼索の破斷力を規定したが製造會社により差ある故規定破斷力以上である事を確める必要がある。

- B 應力の算定に當り使用した鋼索の彈性係數を製品に就いて求めたものと大差ないかを比較する必要がある。
- C 鋼索破斷力と規定したが製造會社では此強度に餘り安全率を取らず合格する様な素練を造るものと考へられる故素練に就いて各種の試験をする必要がある。
- 尙素練に就いては強度と伸率とは或比例を有するべきで之には吊橋用として最適と思はれる破斷強度 150~160 kg/cm² 伸率標點距離 20~25 種に付き 4.0~5.0% を標準とした。
- D 鋼索は總べて 37 本線 6 捻共心並捻のものであるが此太繩のまゝで破斷し得る破斷機は二、三の製鋼會社の以外は設備を有しない爲鋼索を構成する子繩の破斷試験をする外なく従つて子繩を 6 捻共心に捻る結果子繩と鋼索間の強度の關係を調べる必要がある。

II 試 驗 材

三種類の鋼索に就いて夫々第 1 表に示す試験材を提出し目的の試験を行ふ事とした。

第 1 表

| 記 號 | 試 驗 材 | 長サ(米) | 員數(本) | 試 驗 項 目 | 摘 要 |
|-----|-------|-------|-------|--------------------|--|
| A 號 | 索 線 | 0.30 | 13 | 徑・破斷力・伸率 屈鉛鍍・捻回 | 久呂保橋修築工事用 鋼索徑 44 拵 37 本線 6 捻共心並捻片側 7 條 引一條長 154.75 米 塔柱心々距離 86.0 米 垂距 10.75 米 |
| } | 子 繩 | 2.50 | 5 | 徑・破斷力 | |

| 伸率 { 伸 (Cm.m) 伸率 (%) } | 切 断 箇 所 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|---------------------------------------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|------|------|------|------|------|--|
| | 11.0 | 11.0 | 11.0 | 4.4 | 4.4 | 4.4 | 4.4 | 7.0 | 9.4 | 9.5 | 9.5 | 3.0 | 3.0 | 4.14 | 11.0 | 10.3 | 10.6 | 11.0 | 11.5 | |
| | 中央部 | 中央部 | 中央部 | 中央部 | 中央部 | 中央部 | 中央部 | 標点外 | 中央部 | 中央部 | 中央部 | 標点外 | 中央部 | 中央部 | 中央部 | 中央部 | 中央部 | 中央部 | 中央部 | |
| 摘 要 | 試験材は全部にて13本提出せるも試験の結果不適当と認めらるゝものを除きたり | | | | | | | | | | | | | 試験材は10本提出せるも伸は1.75~4.75%となり測定誤差大なる故と認めらるゝものを除きたり。 | | | | | | |

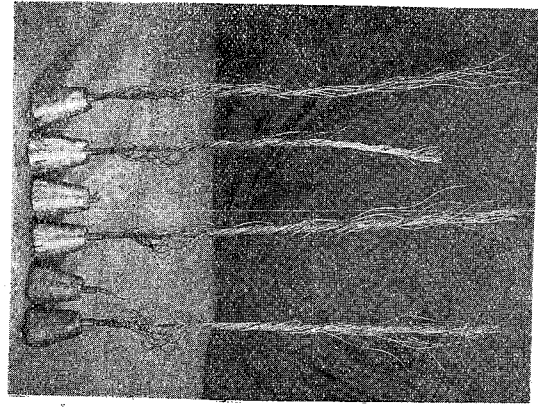
以上の結果から素線の破断強度は 148.9~163.2 kg/mm² 平均 156.5 kg/mm² 伸率は標點距離 200 耗に付いて 4.14~5.41% 平均 4.78% となる。

2. 亜鉛鍍試験及檢回試験

亜鉛鍍試験は規定溫度規定溶液で行つたが、三回目から一様な銅色を呈し又檢回試験に於ても規定回数以上で切斷し、斷面も良好で熱れも平均して生じ剝脫等の缺點もなく適當と認められた。

然し亜鉛鍍は素線の防錆の目的で且架設後鋼索外面にペンキ塗を施すのであるから此種試験に合格する目的の爲の亜鉛鍍を施すよりは吊橋用鋼索の素線である事に重點を置き強度大にして取扱ひ上適度の柔軟性を有する製品であれば此の試験に就いては規格に合格したものを以て最上の製品であると思ひ得な

徑 15.9 耗子繩破斷後の狀況



しのである。

B 子 繩

鋼索の破断力は子繩の破断力から求めることとした爲此試験には最も重點を置き種々の點から調査した。

子繩破断後の形状は寫眞に見る通りである。

1. 試験成績表

試験の結果を表示すれば第3表の通りである。

| 鋼索種目 | A 號 | | | | B 號 | | | C 號 | | | | |
|--|--|--------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|---------|
| | No. 1 | No. 2 | No. 3 | No. 4 | 平均 | No. 1 | No. 2 | 平均 | No. 1 | No. 2 | No. 3 | 平均 |
| 番 號 | 15.0 | 14.9 | 14.8 | 14.9 | 14.9 | 16.0 | 16.0 | 16.0 | 15.9 | 15.9 | 15.9 | 15.9 |
| 徑 (mm) d | 144 | 144 | 142 | 142 | 142 | 150 | 150 | 150 | 179 | 179 | 179 | 179 |
| 撓 ₁ ピッチ ₁ (mm) p | 9.6 | 9.6 | 9.53 | 9.53 | 9.53 | 9.37 | 9.37 | 9.37 | 11.25 | 11.25 | 11.25 | 11.25 |
| p/d | — | — | — | — | — | — | — | — | 1.14 | 1.10 | 1.12 | 1.12 |
| 有效長 (m) | 17,000 | 16,100 | 15,150 | 15,500 | 15,938 | 19,800 | 20,200 | 20,000 | 18,550 | 18,440 | 18,500 | 18,483 |
| 破断強度(kg) | ソケツト 際 | ソケツト 際 | ソケツト 際 | ソケツト 際 | ソケツト 平均 | ソケツト 際 | ソケツト 際 | ソケツト 平均 | ソケツト 際 | ソケツト 際 | ソケツト 中央部 | ソケツト 平均 |
| 切 斷 箇 處 | ソケツトより25種 中央部 | | | | | | | | | | | |
| 摘 要 | 試験材5本提出したるも供試機製作に不備の點あり破断強度小となるものを除くソケツトは試験所備付のものを使用し、1ヶだけメタルの把持力試験も同時になし得る様徑に相當するソケツトの形になすべく試験所に相當するソケツトに加工して使用する。 *メタルは實施使用のものを提出せり | | | | | | | | | | | |
| | 試験材2本は試験所備付のソケツト及びメタルを使用し他の1本は同時なる様試験所備付のソケツトの一部分にメタルを填充して使用せり此分のメタルは實施使用のものを提出せり | | | | | | | | | | | |

2. 素線と子繩間の強度關係

子繩は總て37本の素線を撚つたものから成るが此強度と素線の強度との關係を求めると第4表の如くなる。

$$r = \frac{T}{\sigma n d}$$

r = 比率

T = 子繩の破斷強度 (kg)

σ = 素線の平均破斷強度 (kg/mm^2)

d = 素線の平均斷面積 (mm^2)

n = 素線の數 = 37本

鋼索種目

| 番 號 | A 號 | | | | 第 4 表 | B 號 | | | C 號 | | | |
|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | No. 1 | No. 2 | No. 3 | No. 4 | | 平 均 | No. 1 | No. 2 | 平 均 | No. 1 | No. 2 | No. 3 |
| T | 17,000 | 16,100 | 15,150 | 15,500 | 19,800 | 20,200 | 18,550 | 18,400 | 18,500 | 18,550 | 18,400 | 18,500 |
| σ | 163.2 | 163.2 | 163.2 | 163.2 | 157.4 | 157.4 | 148.9 | 148.9 | 148.9 | 148.9 | 148.9 | 148.9 |
| α | 3.46 | 3.46 | 3.46 | 3.46 | 3.97 | 3.97 | 3.74 | 3.74 | 3.74 | 3.74 | 3.74 | 3.74 |
| n | 37 | 37 | 37 | 37 | 37 | 37 | 37 | 37 | 37 | 37 | 37 | 37 |
| r | 0.813 | 0.772 | 0.724 | 0.740 | 0.762 | 0.858 | 0.876 | 0.867 | 0.900 | 0.893 | 0.898 | 0.897 |

以上の結果から素線を撚つた爲に子繩の強度は總斷面積に對する素線強度の 76.2~89.7% 平均 83% 程度に減少するものと考へなければならぬ。

3. 素線と子繩及鋼索間の徑の關係

鋼索の設計徑と實際製作されたものゝ徑と之を構成する子繩、素線の徑の間の關係を求めると第5表の通りである。

$$D = O \sqrt{F} \quad F = n \frac{\pi}{4} d^2$$

D = 子繩又は鋼索の實測平均直徑 (m.m)

D_1 = 鋼索の設計直徑 (m.m)

F = 索線の總斷面積 (m.m^2)

n = 索線數 d = 索線の平均直徑 (m.m)

O = 係數

第 5 表

| 鋼索種目 | A 號 | | B 號 | | C 號 | |
|-------------------------|---------|---------|---------|-----------|---------|---------|
| | 子繩 | 鋼索 | 子繩 | 鋼索 | 子繩 | 鋼索 |
| D_1 | — | 44 | — | 48 | — | 46 |
| D | 14.9 | 44.5 | 16.0 | 49 | 15.9 | 46.18 |
| d | 2.1 | 2.1 | 2.25 | 2.25 | 2.18 | 2.18 |
| n | 37 | 259 | 37 | 259 | 37 | 259 |
| F | 128.153 | 897.072 | 147.116 | 1,029.810 | 138.104 | 967.957 |
| O | 1.32 | 1.49 | 1.32 | 1.53 | 1.35 | 1.48 |
| d/D_1 | — | 0.048 | — | 0.047 | — | 0.047 |
| $F/\frac{\pi}{4} D_1^2$ | — | 0.590 | — | 0.569 | — | 0.582 |

以上の結果から 37 本の熱線に對しては O は 1.32~1.35 平均 1.33 更に 259 本熱線に對しては O は 1.48~1.53 平均 1.50 となる故に使用鋼索の徑を定むれば其の鋼索の純斷面積は上記の表から稍々正確な値を求められる。尙大體の鋼索の純斷面積は上記表の最後の欄に見る様に D_1 に對する斷面積の約 2/5 となる。

4. 荷重と伸の関係

荷重と伸量の関係を線圖としたものは第1圖に示す通りである。

上の圖から荷重に對する伸長を求める式を作ると次の様になる。

A 號鋼索用子繩 徑 14.9 耗 標點距離 180 纏に付き

$$l = 1.0815 (W - 0.25)$$

B 號鋼索用子繩 徑 16.0 耗 標點距離 80 纏に付き

$$l = 0.4267 (W - 0.29)$$

上式中 l = 伸長 (m.m) W = 荷重 (噸)

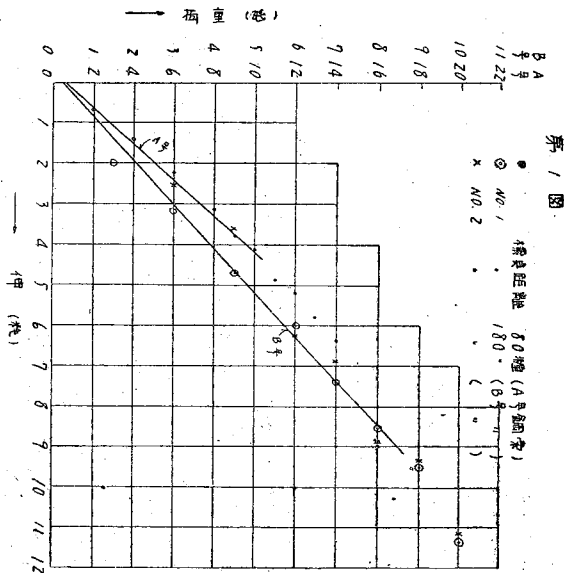
5. 子繩及鋼索の破斷力に及ぶ影響

實驗を進めて行く中鋼索を構成する素線や子繩の強度を試驗

する外次に示す様な加工上の注意や擦りの關係も大きい影響を持つ事が明かとなつたので、試驗の状況に基き感じた點を記して見ようと思ふ。

a. ソケット内の素線の配列

鋼索端を素線毎に取解きソケット内に鑄込む場合は次の事項に注意し、荷重がかゝつた時は各素線共平均に分擔する様



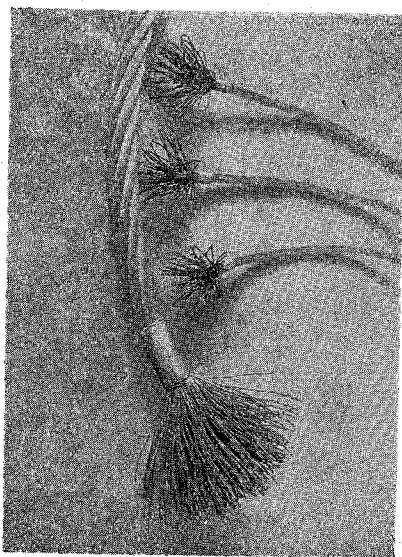
に素線の配列を考へソケット内に素線が破断する等の事がない様にしなければならぬ。今回の試験に當つて子繩及鋼索端間の加工は寫真に示す様に施工した。

注意事項

- i 素線毎に解く鋼索の前端を細い柔軟熱線で擦りが戻らない様によく締め括ること。
- ii 各素線毎に擦りを伸して真直とすること。
- iii 各素線端は可久的抵抗力を増す様に鉤形に折り曲げること
- iv 素線に附着する油其他鑄込みや害となる汚物を取除く爲揮發油及水等で入念に清淨にし鑄込みやマルとの密着をよくすること。
- v 鋼索の中心線とソケットの中心線を一致させること。
- vi ソケット内に鑄込む合金マルは熔融温度低く且適當の流動性を有し把持力強大で收縮の小なるものであること。

ロ 鑄込み温度の影響

合金マルは加熱して熔融し之とソケット内に鑄込むのであるが熔融マルが餘り高温であれば細い徑の素線の場合には熔解される。熔解されない場合でも、各素線はマルが凝固する迄は熱影響を受け熔融マルの高温でな程此影響も大



シ 鋼索用子繩及鋼索のマル鑄込み前の端部加工状態

である。此熱影響を確める爲素線に就いて實驗した。

ソケット内に子繩試料を挿入し次に溶融した合金マタルを注入し、マタルが凝固するに要する時間を測定し此時間だけ素線試料の長さの半分を溶融マタルに浸して供試體とした此の成績を表示すれば第6表の通りである。

第 6 表

| 番 號 | 徑 (mm) | 破斷強度 (kg/mm ²) | 標點距離 (mm) | 伸率 % | 加熱時間 | 加熱溫度 | 切斷箇所 |
|-------|--------|----------------------------|-----------|------|--------|-----------|-------|
| No. 1 | 2.1 | 163.2 | 250 | 4.4 | — | 加熱せず | 中 央 部 |
| No. 2 | 2.1 | 150.5 | 250 | 2.2 | 1分10秒 | 攝氏約 300 度 | 加 熱 部 |
| No. 3 | 2.1 | 158.6 | 250 | 3.2 | 1" 20" | 同 上 | 同 上 |
| No. 4 | 2.1 | 162.8 | 250 | 4.8 | 6" 30" | 同 上 | 厚 質 部 |
| No. 5 | 2.1 | 162.8 | 250 | 5.0 | 6" 30" | 同 上 | 加 熱 部 |

以上の結果から大體加熱時間の短い方が強度も伸率も小に出た。之は加熱時間が長い程純粋の影響が素線全長に互り短い程此影響が局部的であることに因るものと思はれる。

而て視線鋼索の端部をソケット内に鑄込む場合は當然熱影響は局部的となり、従つてソケットの際に最も強度の弱い部分が出来ることゝなる故、鑄込みの際には合金マタルの溫度を適當にすること熟練職工に依り細心の注意を以て施工されなければならぬと思ふ。

こ 撚りのピッチ

子繩の破斷實驗に當り繩の中心線に沿つて中心から兩支點に向け等距離に數點をマークしてこの點の移動を調べた、中心は何等移動しなかつたが兩支點に近い點は沿直の方向に移動し、此の回轉角度の大なる側の點で切斷した。又鋼索に就い

ても同様の事を調べたが 100 度の載荷では何等移動を認めなかつた。

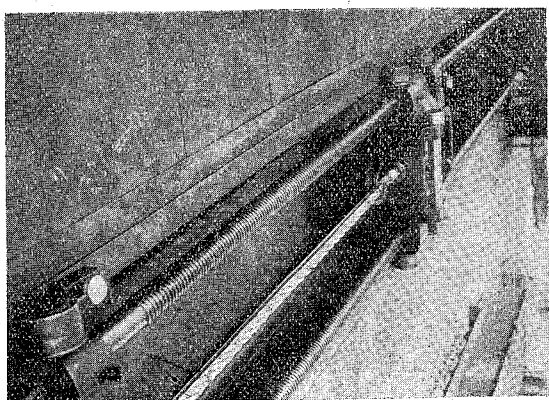
以上から子繩が荷重を受ける時は心線は水平の力を受けるが、之を圍む外側の捻られた鋼線は同轉の力も受ける様である。

而して心線と之を圍んで捻られた鋼線群とは等荷重を受けることが望ましいのであるが、子繩に就いて試験の結果強度は減少する事は明かである。又捻りのピッチが大となる程捻りの爲に強度の減少する率が小となる事も明かである。故に徑の小さい鋼索程捻りのピッチも小であるが、製作の可能な範圍でピッチを大にすれば捻りの影響を小にする事が出来る。即ち素線の強度は小であつても捻りのピッチを大にして捻りの爲に強度が減殺される率を少くする事も可能である。又鋼索は子繩を捻つたもので捻りのピッチも 30 種以上である故荷重を受けた場合は各子繩平均荷重を受け鋼索の強度は捻りの爲に殆ど減殺されないと云ふ事も言ひ得ると思ふ。

C 鋼 索

A 號鋼索は試料を提出しなかつた。

B 號 O 號鋼索は共に土木試験所備付けの 100 吨水平引張機では破斷出来なかつたが、荷重と伸量の關係實驗し架設の場合全死荷重に對する使用鋼索全



C 號鋼索引張試験中
(80 吨載荷時)

長に就いての伸長を求めること、鋼索の弾性恒数を求める事を目的とした。

尚 O 號鋼索引張試験の状況は寫眞に示す通りである。

1. 鋼索寸法

鋼索の主要寸法を表示すれば第7表の通である。

第 7 表

| 鋼索種目 | A 號 | B 號 | C 號 |
|------------------|-------|-------|-------|
| 設計徑 D_1 (m.m) | 44 | 48 | 46 |
| 實測徑 D (m.m) | 44.5 | 49.0 | 46.18 |
| 撚りのピッチ p (m.m) | — | 300 | 430 |
| p/D | — | 6.12 | 9.31 |
| D/D_1 | 1.011 | 1.021 | 1.004 |
| 平均1米當重量 (kg) | — | — | 8.83 |
| 試料の有効長 (m) | — | 2.30 | 2.30 |
| 最大試験荷重 (ton) | — | 100 | 100 |

以上の結果から鋼索徑の誤差は設計徑より平均 1.2% 大に出た又鋼索1米當重量は O 號鋼索に就いてのみ行つたが設計重量は 8.483 kg/m であるから製品は 4.1% 重く出来た事になる。

2. 荷重と伸の関係

B 號試料は中央に 90 種及 180 種 O 號試料は中央に 180 種及 220 種の標點距離を取り一定荷重を増加しつゝ反覆積荷して此間の伸を測定した。次に B 號、O 號鋼索共標點距離 180 種のものに就いて荷重と伸との關係を表示すれば第8表及

第9表の通りである。

第 8 表 B 號 鋼索 標點距離 180 種

| 荷 重 (ton) | No. 1 | | 荷 重 (ton) | No. 2 | |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 全體伸 (m.m) | 殘留伸 (m.m) | | 全體伸 (m.m) | 殘留伸 (m.m) |
| 4 | 1.9 | | 5 | 2.0 | |
| 8 | 3.1 | | 0 | | 0 |
| 0 | | 0 | 10 | 3.7 | |
| 12 | 5.5 | | 0 | | 0.5 |
| 16 | 7.5 | | 15 | 5.5 | |
| 0 | | 0.1 | 0 | | 0.6 |
| 20 | 8.9 | | 20 | 7.3 | |
| 24 | 9.9 | | 0 | | 0.9 |
| 0 | | 0.6 | 25 | 9.5 | |
| 28 | 11.5 | | 0 | | 1.5 |
| 32 | 12.2 | | 30 | 10.0 | |
| 0 | | 0.5 | 0 | | 1.5 |
| 36 | 13.4 | | 35 | 11.9 | |
| 40 | 15.5 | | 0 | | 1.3 |
| 0 | | 2.4 | 40 | 13.0 | |
| 44 | 17.5 | | 0 | | 1.5 |
| 48 | 19.5 | | 45 | 14.8 | |
| 0 | | 4.3 | 0 | | 4.0 |
| 52 | 20.0 | | 50 | 16.5 | |

| | | | | | | |
|-----|---|------|------|-----|------|------|
| 56 | 0 | 20.5 | 6.5 | 0 | 17.5 | 4.5 |
| 60 | 0 | 21.3 | 0 | 55 | 17.5 | |
| 64 | 0 | 23.3 | 0 | 60 | 19.0 | 5.3 |
| 68 | 0 | 25.3 | 8.6 | 0 | | 6.5 |
| 72 | 0 | 26.7 | 0 | 65 | 21.0 | |
| 76 | 0 | 28.3 | 10.5 | 70 | 23.4 | 8.5 |
| 80 | 0 | 30.8 | 0 | 75 | 24.8 | 9.7 |
| 88 | 0 | 35.0 | 10.5 | 80 | 27.8 | 11.0 |
| 96 | 0 | 40.1 | 15.2 | 90 | 33.0 | 12.1 |
| 100 | 0 | 43.0 | 20.8 | 100 | 40.0 | 16.9 |
| | 0 | | 23.6 | 0 | | 23.5 |

第 9 表 C 號鋼索 標點距離 180 類

| 荷 重 (ton) | No. 1 | | No. 2 | |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 全體伸 (m,m) | 殘留伸 (m,m) | 全體伸 (m,m) | 殘留伸 (m,m) |
| 5 | 3.5 | 0 | 3.5 | 0 |
| 10 | 5.5 | | 5.4 | |

長

長

| | | | |
|-----|------|------|------|
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 20 | 9.0 | 8.5 | 8.5 |
| 0 | 0 | 1.5 | 1.5 |
| 30 | 12.0 | 12.0 | 2.0 |
| 0 | 1.5 | 13.5 | 3.0 |
| 40 | 15.0 | 3.0 | 3.0 |
| 0 | 18.0 | 16.0 | 4.5 |
| 50 | 20.5 | 19.0 | 6.0 |
| 0 | 23.4 | 22.0 | 8.5 |
| 60 | 27.5 | 26.0 | 11.0 |
| 0 | 32.5 | 29.5 | 13.0 |
| 70 | 41.5 | 49.0 | — |
| 80 | — | — | — |
| 90 | — | — | — |
| 0 | — | — | — |
| 100 | — | — | — |
| 0 | — | — | — |

次に第 8 表及第 9 表を夫々線圖にて表せば第 2 圖及第 3 圖の通りである。

以上の第 2, 3 圖から大體 15 種〜30 種附近の間は荷重と伸は直線的に變化して居る故之等の點を結べば圖に示す様な直線で表はされる。尙此の直線を式示すれば次の様になる。

B 號鋼索 標點距離 180 種に

付き

No. 1 $l = 0.3550 W + 1.80$

No. 2 $l = 0.3124 W + 0.75$

C 號鋼索 標點距離 180 種に

付き

No. 1 $l = 0.2850 W + 3.60$

No. 2 $l = 0.2667 W + 3.00$

を得。

式中 $l =$ 伸長 (mm) $W =$ 荷

重 (噸) である。

上式から長 1 米に付いての平

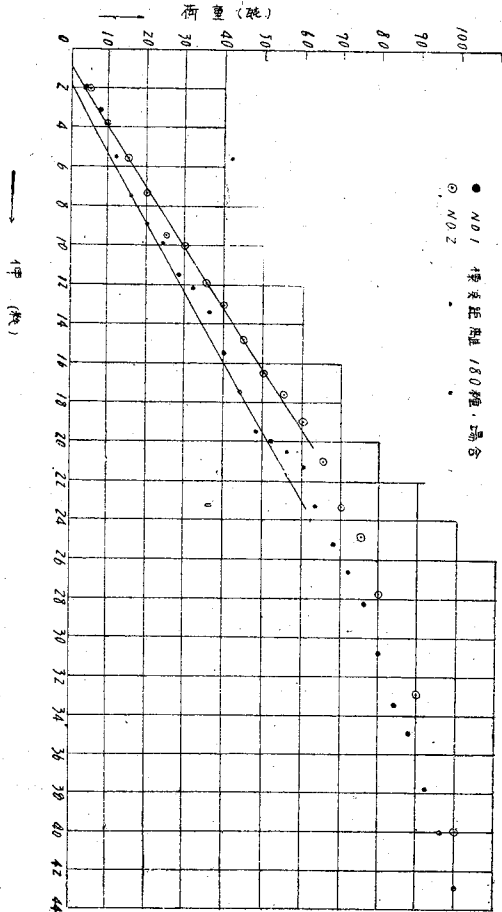
均伸量の式を求めると

B 號鋼索 $l = 0.1576 W + 0.71$

C 號鋼索 $l = 0.1532 W + 1.83$ となる。

此式から鋼索に加はる荷重に對し總伸量を算定する事が出来るのであるが、荷重を取去る時は大部分原形に復すべき見

第 2 圖



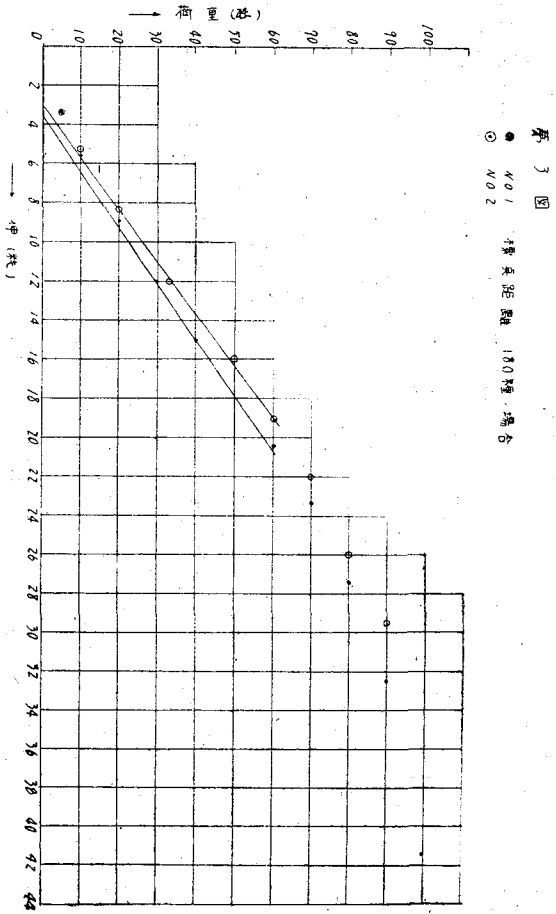
掛けの伸量である絶對的の伸量は殘留伸である。故に實際鋼索の架設に當り鋼索一條の荷ふべき荷重に對し全長に就いての絶對伸量だけ短く架設する事は尙不足であるが、見掛の伸量だけ短く架設する事は伸量算定式の誤差や溫度の影響等もあり、且塔柱の構造及ヒンジの構造等をも考へなければならぬので危険や不可能な場合も生じ、幾何短く架設するかは當事者の研

究と判斷及經驗に待つこと大であらうと思ふ。

尙以上の試験から鋼索の降伏點は B 號は 100 噸 O 號は 90 噸附近の様である。

3. 鋼索の破斷強度

本試験に於ては鋼索を破斷する事は出来なかつたので鋼索と子繩間の強度關係を求める事は不可能であつたが、以上の



試験の結果から鋼索の強度は子繩の強度の七倍として差支へないと考へられる。

従つて子繩の破斷強度から鋼索の破斷強度を求めると第 10 表の様になる。

第 10 表

| 鋼索種目 | A 號 | B 號 | C 號 |
|---------------|--------|--------|--------|
| 設計子繩數 | 44 | 48 | 46 |
| 子繩の平均破斷力 (kg) | 7 | 7 | 7 |
| 鋼索の破斷力 (ton) | 15,938 | 20,000 | 18,483 |
| 設計容許破斷力 (ton) | 112 | 140 | 129 |
| | 110 | 127 | 117 |

4. 彈性恒數

荷重と伸量の試験結果に基き B 號、C 號鋼索に就いて彈性恒數を求めると次の様になる。

$$E = \frac{W}{A} \cdot \frac{L}{\Delta l} \quad \text{に依る。}$$

$$E = \text{彈性恒數 (kg/cm}^2\text{)}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} E_a = \text{絶對伸に對するもの} \\ E_n = \text{見掛伸に對するもの} \end{array} \right.$$

$$W = \text{荷重 (kg)}$$

$$A = \text{鋼索斷面積 (cm}^2\text{)}$$

$$L = \text{鋼索長 (cm)}$$

$$\Delta l = \text{W に依る鋼索伸長 (cm)}$$

今第 8 表第 9 表の試験結果から試験材標點距離 180 纏のものに對する 15~50 屈間の 10 應當平均伸量に就いて計算する。先 E_n を求めると第 11 表の通りである。

第 11 表

| 鋼索種目 番 號 | B 號 | | C 號 | |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | No. 1 | No. 2 | No. 1 | No. 2 |
| W | 10,000 | 10,000 | 10,000 | 10,000 |
| A | 10,298 | 10,298 | 9,680 | 9,680 |
| L | 180 | 180 | 180 | 180 |
| Al | 0.15 | 0.12 | 0.15 | 0.10 |
| E_a | 1,135,000 | 1,457,000 | 1,240,000 | 1,860,000 |

以上から E_a は 1,135,000~1,860,000 kg/cm^2 となり平均 1,423,000 kg/cm^2 となる。

次に E_b を第8表第9表に就いて 20~50 應力の荷重に對するものを求めると第12表の様になる。

第 12 表

| 鋼索種目 番號 | B 號 | | | | C 號 | | | |
|------------|-------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|
| | No. 1 | | No. 2 | | No. 1 | | No. 2 | |
| W | Al | E_b | Al | E_b | Al | E_b | Al | E_b |
| 15,000 | 180 | 0.55 | 476,703 | 0.90 | 413,242 | 0.85 | 437,546 | |
| 20,000 | 180 | 0.73 | 478,882 | 0.90 | 413,242 | 0.85 | 437,546 | |
| 24,000 | 180 | 0.99 | 423,737 | 1.00 | 524,374 | 1.20 | 464,896 | |
| 30,000 | 180 | 1.22 | 458,471 | 1.00 | 524,374 | 1.20 | 464,896 | |
| 32,000 | 180 | 1.55 | 451,074 | 1.30 | 537,819 | 1.50 | 495,888 | |
| 40,000 | 180 | 1.95 | 430,255 | 1.65 | 529,670 | 1.80 | 516,550 | |
| 48,000 | 180 | | | | | | | |
| 50,000 | 180 | | | | | | | |

上表の計算に於て、 $A = 10.298 \text{ cm}^2$ B 號鋼索

$A = 9.680$ " " C 號 " である。

以上の結果から荷重が $2,000 \sim 3,000 \text{ kg/cm}^2$ 附近なれば E_s は平均約 $450,000 \text{ kg/cm}^2$ の値を取り $3,000 \text{ kg/cm}^2$ 以上 $5,000 \text{ kg/cm}^2$ 附近の荷重を受ける場合即ち鋼索の径が大になるか又は鋼索強度の安全率を小にした場合は E_s は平均約 $530,000 \text{ kg/cm}^2$ の値を取るもの様に考へられる。

IV 計 算 例

A 破斷強度

57 本線 6 熱共心徑 57 純鋼索を實際破斷試験を行った處 197 處で切斷した之を以上の試験結果から求めて見ると、鋼索の實祭は第 7 表から

$$D/D_1 = 1.012 \quad \text{とすれば} \quad D = 57.68 \text{ mm} \quad \text{となる。}$$

次に素線徑を求めると第 5 表から

$$D = 15\sqrt{F} \quad \text{として} \quad d = 2.696 \text{ mm} \quad \text{を得。}$$

故に素線の破斷強度を第 2 表から平均 156.5 kg/mm^2 とすれば子繩の破斷強度は第 4 表を参照して

$$37 \times \pi/4 \times 2.696^2 \times 156.5 \times 0.83 = 27,442 \text{ kg} \quad \text{となる。}$$

鋼索破斷強度は $27,442 \times 7 = 192,114 \text{ kg} = 192.1 \text{ ton} = 197.0 \text{ ton}$

B 鋼索の伸量及弾性恒数

○ 號鋼索に就いて見掛の伸量を求めると、

$$\Delta l = (0.1532 W + 1.83) L \quad \text{に依り}$$

$W =$ 死荷重により 1 本の鋼索の荷ふ張力 $= 19,641 \text{ kg}$

$L =$ 塔柱間の拋物線形部の鋼索長 $= 113.53 \text{ m}$

故に $\Delta l = (0.1532 \times 19,641 + 1.83) 113.53 = 549 \text{ mm}$

次に弾性恒数に就いて吟味して見ると、

弾性伸張式 $\Delta l = \frac{H \cdot l}{E \cdot F} (1 + \frac{16}{3} \eta^2)$ に於て E を第 12 表から荷重は $19,641 \text{ kg}$ であるから $450,000 \text{ kg/cm}^2$ と

して Δl を求め伸量式から算出したものと一致するか否を檢することとする。

$H = 1$ 本の鋼索の死荷重に依る水平張力 $= 17,899 \text{ kg}$

$l =$ 塔柱心々距離 $= 109.80 \text{ m}$

$F =$ 鋼索斷面積 $= 9.680 \text{ cm}^2$

$$\Delta l = \frac{17,899 \times 109.80}{450,000 \times 9.680} \times 1.068 = 0.482 \text{ m} \approx 0.549 \text{ m}$$

C 安全率

○ 號鋼索に就いて $s = R/T$ 式に依り求めると

$s =$ 破斷強度に對する安全率 $s' =$ 降伏點に對する安全率

$R = 1$ 本の鋼索の破断強度 = 129 ton (第10表より)

$R' = 1$ 本の鋼索の降伏点強度 = 90 ton (第3圖参照)

$T =$ 死活両荷重により鋼索の受ける最大張力 = 115.8 ton

而てケーブルは鋼索3條引きであるから

$$s = \frac{129 \times 3}{115.8} = 3.34$$

$$s' = \frac{90 \times 3}{115.8} = 2.33$$

(D) (E)