

## II-1 Diagonal Stays による吊橋補剛の効果

東京大学工学部 正員 伊藤 学  
同 同 ○ 松原駿士

吊橋構造が活荷重によって撓み易くまた振動し易いという欠点を補い、その全体としての剛性を増大せしめる手段の一つとして各種の stay を用いて吊橋を補剛することが考えられている。もちろん構造物として往々に複雑性を高め調和を損ねるような不合理は避けねばならず、無批判な採用は時代の逆行になりかねないが、必要に応じてその効果を再検討すべきであると考ええる。

吊橋における補足的な stay としてはまず次の3種が考えられる(図-1 参照)。

(a) Center Diagonal Stay

(b) Tower stay

(c) Radiating Cable Stay

このうち Center Diagonal stay の作用、その応力などについては以前発表したことがあるが、<sup>(1)(2)</sup>この型式は既に採用した例も多く更にスパン中央においてケーブルと補剛ケタとを繋結した Mackinac 橋などのような構造もある。

Tower stay は Cable stay に比して塔が可撓性でかつ側径間を有する場合吊橋の変形の抑制という点ではやゝ効果が少ないが、後者は解析の複雑さ構造上の

難点のほかにも異論が多い。ここでは特に Center diagonal stay および Tower stay による吊橋補剛の効果と、補剛ケタに関する影響線並びに自由振動性状を対象として簡単な模型実験の結果をもとにして論ずる。なお理論的な取り扱いは撓みを Fourier 級数の形で仮定して行ったが詳細は末尾の文献を参照されたい。

Center Stay の作用：Center stay は長径間吊橋において最低の固有振動数を与える中央一節点の逆対称振動を牽制しようとするもので対称変形に対しては影響がない。また本格的な吊橋では補剛ケタの支承は両端とも可動で、このとき stay は理論的にはいかなる撓み変形に対しても作用しない。しかし実際は補剛ケタの慣性や支承における摩擦抵抗のために何らかの影響を有することが考えられる。実験模型の補剛ケタも両端可動としたにもかかわらず次頁の図又は表の測定結果に見られるような効果がある。前報<sup>(1)</sup>でのべたように色々な条件の下で Center stay の作用を解析することは可能である。いずれにせよ逆対称型振動の減衰に寄与する効果は大きく殊に振巾大なる時に著しい。一方スパン中央でケーブルと補剛ケタとを繋結した吊橋構造では補剛ケタの撓み、曲げモーメントなどが

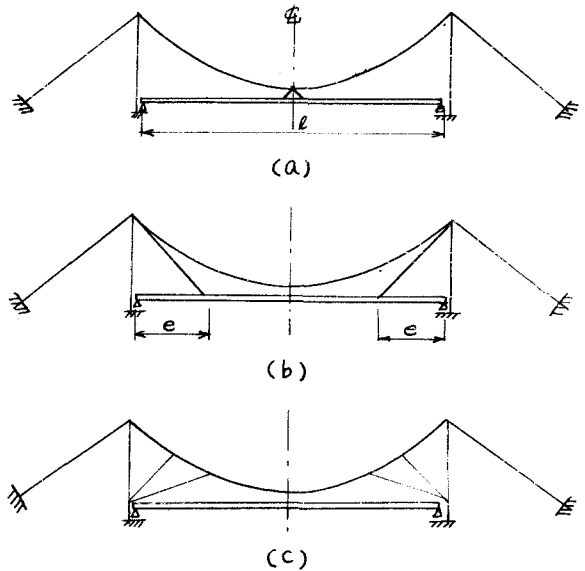


図 - 1

軽減され、他方ケーブルの負担が大きくなることも既に知られている。

Tower Stay の作用: Tower stay の数を多くすることは必ずしも効果的でなく、補剛ケツのどの位置に定着せしめるかばかり重要な点である。たとえば変形の節に当る点におくことは効果が少い。この種の構造の解析に当っては吊橋と斜張橋の組合された型式と考えることにより幾つかの方法が見出されるが、その一つは Fr. Bleich<sup>3)</sup>の扱っているようなエネルギー法で静的および動的性状と関係づけるのに便利である。実験に用いた模型では stay の剛性がや、過大であり、塔頂の動きも固定されているなど一般性を欠く憾みはあるが結果は下の図又は表に見られる通りで、吊橋の静的並びに動的性質を改善する効果はかなり顕著である。一般に stay の断面積はそれほど大なることを要しない。

|                                           | 型式       | $\rho = \sqrt{\frac{H}{E}}$ | 1st Mode    |          | 2nd Mode |              |
|-------------------------------------------|----------|-----------------------------|-------------|----------|----------|--------------|
|                                           |          |                             | $T_1$ (sec) | $\delta$ | $T_2$    | $\delta/T_2$ |
| 單徑<br>間<br>の<br>場<br>合                    | $X_1-O$  | 7.6                         | 0.360       | 0.021    | 0.580    | 0.161        |
|                                           | $X_1-C$  |                             | 0.368       | 0.023    | —        | 0.492        |
|                                           | $X_1-T$  |                             | 0.350       | 0.116    | —        | 2.86         |
|                                           | $X_1-CT$ |                             | —           | 0.037    | —        | 5.82         |
|                                           | $X_2-O$  | 9.2                         | 0.405       | 0.019    | 0.615    | 0.022        |
|                                           | $X_2-C$  |                             | 0.403       | 0.028    | —        | 0.585        |
|                                           | $X_2-T$  |                             | 0.400       | 0.038    | —        | 4.85         |
| 側<br>徑<br>間<br>を<br>有<br>す<br>る<br>場<br>合 | $Y_1-O$  | 7.6                         | 0.364       | 0.020    | 0.586    | 0.152        |
|                                           | $Y_1-C$  |                             | 0.371       | 0.039    | —        | 0.728        |
|                                           | $Y_1-T$  |                             | 0.360       | 0.034    | —        | 2.13         |
|                                           | $Y_3-O$  | 8.4                         | 0.391       | 0.019    | 0.595    | 0.198        |
|                                           | $Y_3-C$  |                             | 0.390       | 0.025    | —        | 0.585        |
|                                           | $Y_3-T$  |                             | 0.380       | 0.036    | —        | 2.07         |

O: stay なし, C: Center stay付, T: Tower stay付

$T_1$  (sec) は固有振動周期,  $\delta$  は対数減衰率を示す。

側径間と主径間のスパン比は 0.34;  $e/l = 1/4$

表: 模型吊橋自由振動よりの測定結果

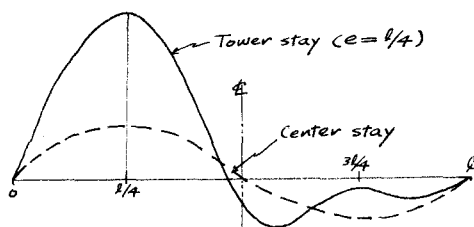


図-2 stay の応力影響線の傾向 (單徑間)

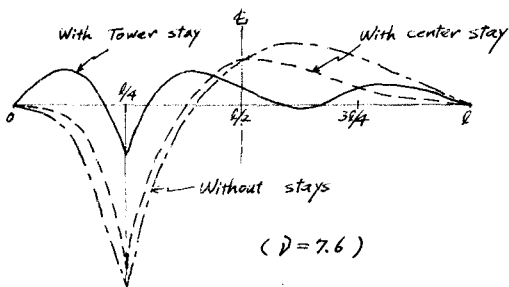


図-3 1/4点曲げモーメント影響線実測値 (單徑間吊橋)

なお各種の stay を実際に用いるときは架設方法、それに伴う計算など多くの問題があり慎重な考慮を必要とすることは当然で基礎的事項についても現在なお研究を続行中である。これまでの実験、計算については当時東大工学部学生の馬場敬三、竹尾正己両君その他の協力を得たもので感謝の意を表す。

- 1) 竹間 弘, 伊藤 学「吊橋の Center Diagonal Stay における応力」, 学会年次講演会 (昭34)
- 2) 平井 敦, 伊藤 学「重橋床式無補剛吊橋について」, 土木学会論文集 64号 (昭34.9月)
- 3) Fr. Bleich et al, "The Mathematical Theory of Vibration in Suspension Bridges"
- 4) A. Selberg, "Suspension Bridges with Cables fastened to stiff. Girders ...", ITBH Abh. VIII