

東京大学 工学部 正員 伊藤 学
 東京大学 大学院 佐藤 浩

1. まえがき

カンチレバー式(ゲルバー型)斜張橋は最近ではあまりとりあげられなくなったが、初期のPC斜張橋にはしばしば用いられた構造であった。今後も条件によっては考慮の対象となる形式であると思われるが、その構造的力学的特性についてはわれわれの目につける既往の成果が乏しい。そこで、慣用の連続桁形式の斜張橋と比較しながら、その特性を検討してみることにした。しかしながら斜張橋の力学的特性に関するパラメータは非常に数が多いので、ここでは定性的傾向の一端を知ることを目的として、特定の諸元を有する一例について、二つのパラメータの影響を調べるケーススタディを行うにとどめた。

対象とするプロトタイプは主径間長300m程度の3径間連続桁形式斜張橋で、まず模型実験から着手した。模型ではこれにそのまま図-1に示すようにヒンジを挿入してゲルバー型とした。数値解析は有限要素法に依ったが、当然のことながら、きわめて単純化したこの模型による実験結果と精度よく裏付けることができた。従って、以下の考察は構造減衰を除き、この模型に対する理論計算結果を対象とした。

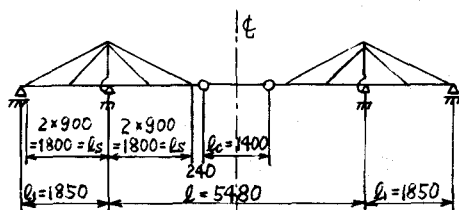


図-1 供試模型(単位 mm)

2. 固有振動性状

連続型とゲルバー型との相違は図-2のごとく逆対称モードにおいて顕著である。固有振動数は全般的にゲルバー型の方が低い、これも逆対称モードの場合が顕著である。異なる振動次数の固有振動数が接近することがこの種の構造物の一つの特徴であるが、この場合もゲルバー型斜張橋の1～3次の固有振動数は寸法諸元のとり方によってはかなり接近する可能性がある。

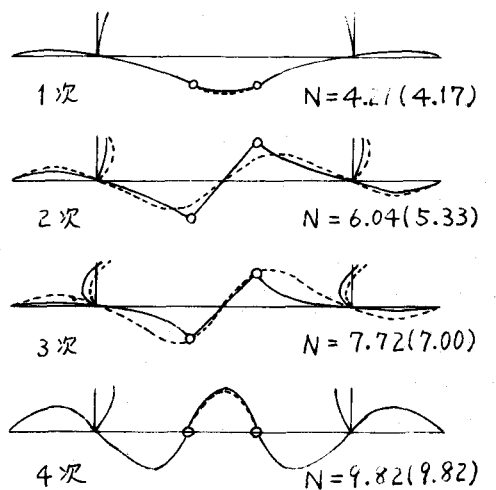
本研究では、他の諸量はさしあたり固定したうえで、次の2種の寸法パラメータの各種力学特性に対する影響を検討した(記号は図-1参照)。

主径間外側ケーブル取付点間隔 : $R = \frac{l-2l_s}{l}$
 に関するパラメータ

吊桁支間長に関するパラメータ : $r = \frac{l_c}{l-2l_s}$

因みに、これらのパラメータの既往のPC斜張橋における値は $R = 0.28 \sim 0.33$, $r = 0.60 \sim 0.85$ の範囲にあり、 R の大なる程 r は小さい値となっている。本解析では $R = 0.1 \sim 0.4$, $r = 0.6 \sim 0.9$ の範囲に変化させ、結果の整理にあたっては一方の数値を固定させて他方の影響を考察した。

ところでこの程度の R , r の変化は振動モードにはほとんど影響を与えず、従って固有振動数もそれ程変化



(実線:ゲルバー型、破線:連続型; 固有振動数 N (Hz) は括弧内のゲルバー型の場合の値)

図-2 振動モードと固有振動数

はしないが、概して R , r の増加にもなって振動数も増加する傾向がある。特に r の変化に対する逆対称モードの振動数の変化は比較的明瞭であった。

模型における対数減衰率は1次モードでは連続桁形式で 0.044, ゲルバー形式で 0.034 と、以前調査した連続桁とゲルバー桁の実橋測定結果の傾向と似ているが、2次モードでは逆に連続桁形式の方が低い減衰を示した。しかし模型実験の一例のみから一般的傾向をいえることはできない。

3. 静力学的特性

分布荷重満載時の挙動は連続形式, ゲルバー形式の間ではほとんど差異のみられないのは当然であるので, 単一集中荷重が作用する場合, すなわち影響線について考察する。

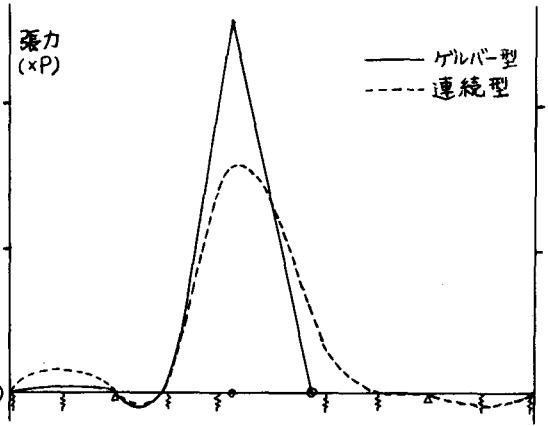
通常の連続桁とゲルバー桁との比較から予想されるように, 両者の差の著しいのは中間ヒンジ付近に載荷された場合のこの付近の変形および断面力である。右の諸図にそのいくつかの例を示す。

前述のパラメーター r はケーブル張力にはさほど影響しない。桁の曲げモーメント分布をなるべく均等ならしめるには $r=0.7$ 付近の値が適当とみられ, たわみに関してもやはり 0.7~0.8 位が適当と思われる。

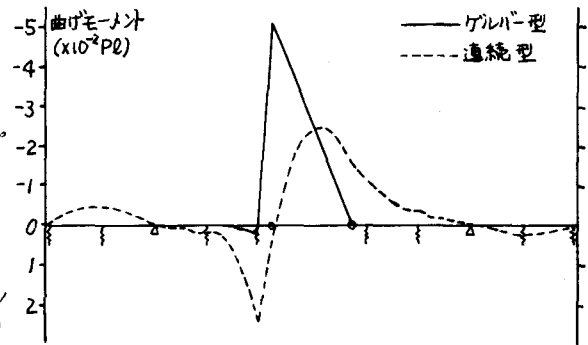
次に r を 0.7 程度に固定したときのパラメーター R の影響については連続形式とゲルバー形式との比較を行う。まず上側ケーブル張力は全体としてゲルバー型の方が大きく, かつ R による変化の傾向は連続桁形式と逆になる。主径間曲げモーメントに対する R の影響はゲルバー型における方が顕著である。また最大たわみは中間ヒンジ点においてのみ両者の間に顕著な差が現れる。ゲルバー型でも R の増加につれてこの点のたわみは減少する。一般的に R の最適値は見出せないが, この例では 0.25~0.3 程度ではないかと思われる。

4. むすび

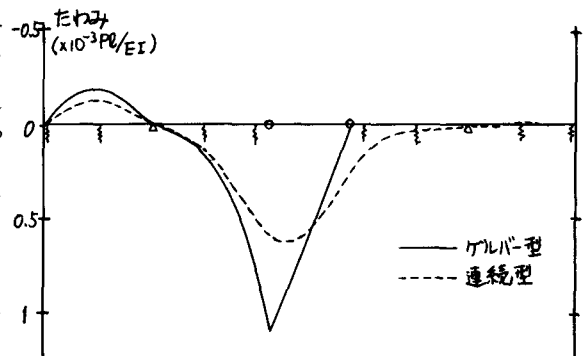
総体的にカンチレバー型構造は連続桁形式に比して剛性が低いというまでもないが, 中間ヒンジ付近に載荷された場合のこの付近の問題を除けば, 十分実用に供しようと思われる。とくに斜張橋の場合は関連するパラメーターが多いので, それらを適当に選定することによって満足いく設計が可能であろう。ただし本研究は鉛直曲げ挙動に限ったものであり, 更に動力学的挙動や中間ヒンジ点の存在による各種の問題についても一般のカンチレバー構造同様, 十分検討を行う必要がある。



(a) 主径間上側ケーブルの張力



(b) 主径間上側ケーブル取付点曲げモーメント



(c) 中間ヒンジ点におけるたわみ

図-3 影響線の例