

ケーブルトラス橋の載荷実験（その2）

日本国土開発㈱ 正員○生山 法裕、杉本 雅人

1. 前回（1994年）報告したように、ゴルフ場内に建設したケーブルトラス橋は固有値が2Hz付近にあり、人が歩行すると揺れやすいことが分かった。今回、実験と数値解析を行い、これに対する改善策を提案する。また、さらに進んだ形式の橋梁についても言及する。

図-1にこの橋梁の諸元を示す。キャットウォークと同様の手法で施工でき、工期的には非常に短く、かつコストが低いという特長を持つ。

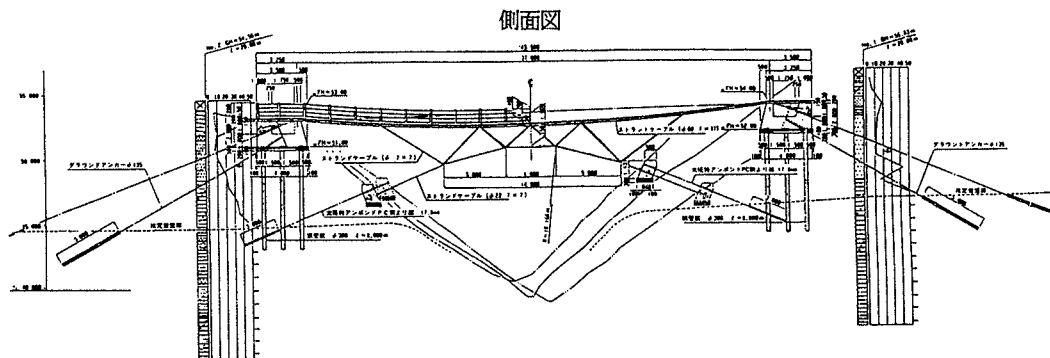


図-1 一般図

2. 前回の報告では、逆対称1次モードと対称2次モードが卓越することを報告した。

1/6モデル（2次元モデル）で実験を行った結果の一例を、図-2に共振曲線を示す。このように実橋の動的特性をよく捉えた結果となった。このうち、特に逆対称1次モードは固有振動数が2Hzに近く、歩行時に共振しやすい。

このモデルを用いて実験を行った結果、このタイプの橋では、耐風索のプレテンション、ひいては、主索のサグ（垂下量）が固有振動数や、減衰定数等の動的特性を決定する支配的な要因であることが改めて明らかになった。図-3に固有値の解析結果を示す。これから分かるように、耐風索のプレテンションを少なくし、サグを大きくすると、歩行時に最も影響の大きな逆対称1次モードの振動数が前回耐風索張力6tfの解析値（2.733Hz）から2.591Hzに下がっていることが分かる。この場合には耐風索張力を0.4tf入れて解析している。同様に耐風索に張力を大きく導入していくと振動数がより大きくなることも確かめられた。しかし、ケーブルトラスタイプの橋では耐風索にある程度張力を導入しても、動的挙動時には張力の抜ける支索が生じるため、ケーブルトラスの静的剛性で制振することが、動的挙動を大きく改善するものではないことも明らかとなって来た。

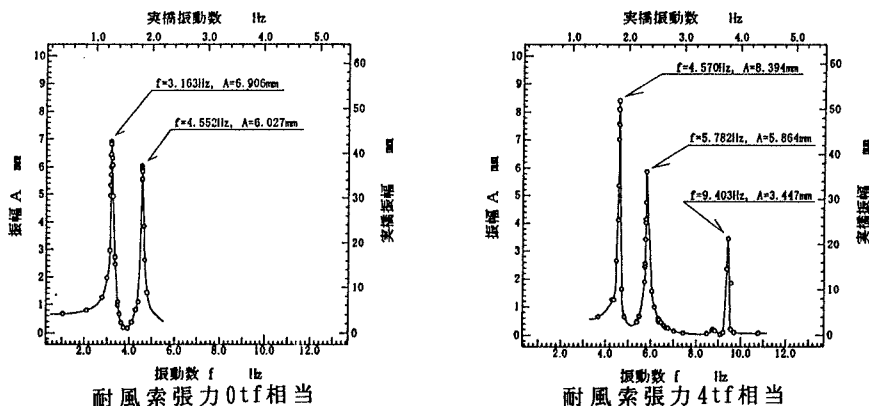


図-2(a) 共振曲線

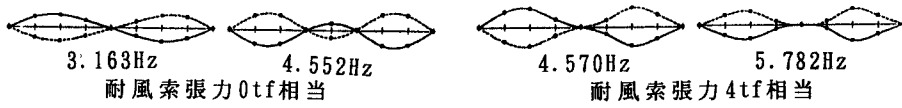


図-2(b) モード図

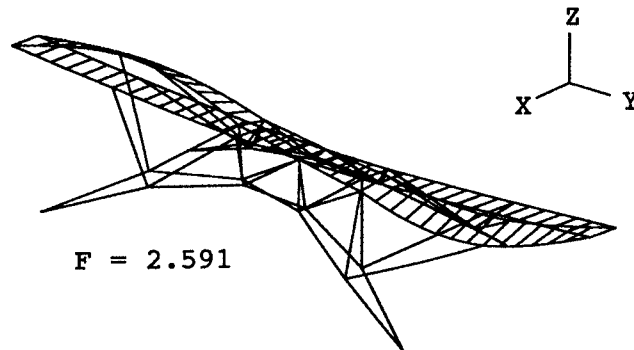


図-3 固有値解析結果

3. この形式の橋梁の特長である超軽量性、柔性、コストの安さ、工期の短さ等を損なわず、かつ動的特性に優れた形式の橋梁を考案した。図-4に示すものがその一例である。

この形式は逆斜張橋タイプとも呼べるものであり、動的には次のような特長を持つ。

- ① トラスのように複雑な構造ではないことから、張力の抜ける部材が生じにくい。
- ② 主索に対して支索の各格点が節になるため、振動は短い節の間だけで生じる、振動数が高いものになる。
- ③ 支索の張力変化に対する固有振動数の変動が、他形式と比較して敏感であるので、周波数特性の改善が容易である。

このうち周波数特性に対する支索張力の寄与の度合いをグラフにして図-5に示す。これから分かるようにケーブルトラス橋に対して支索張力による感度が2倍程度になっている。

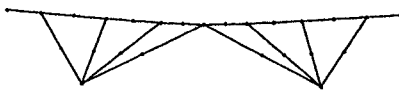
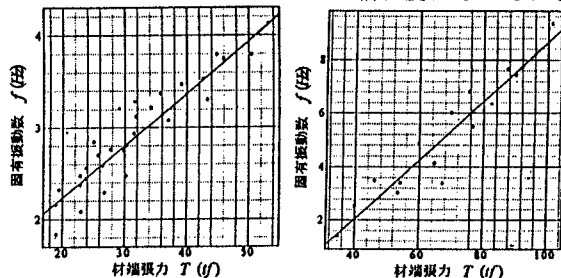


図-4 逆斜張橋タイプ



ケーブルトラス（回帰係数0.0568）

逆斜張橋（回帰係数0.1101）

図-5 材端張力による固有振動数の変化

4. まとめ ケーブルトラスタイプの橋梁では、動的挙動時に、張力を受け持たない部材と受け持つ部材の間で、あたかも振り子の共振のようにエネルギーのやりとりが行われるためある程度の揺れの演出には好都合であるが完全な制振は、質量付加のような別の方法が必要となる。この欠点を補う形式として逆斜張橋タイプを提案した。制振しやすい構造であるが、景観等を考慮した、慎重な施工を行うべきであろう。なお、実験と解析には早稲田大学理工学部修士2年生（1994年当時）、山崎 宏氏、黒川 篤氏のご助力を頂いた。ここに記して甚大なる謝意を表する次第である。