

I-88 全径向吊橋模型による風洞実験 (第五報)

東京大学工学部 正員 平井 敦
 中央大学理工学部 全 岡内 功
 東京大学工学部 全 伊藤 学
 全 全 〇 宮田利雄

第四報までに、8m支間の模型による風洞実験報告としてH型断面の補剛桁をもつ吊橋、トラス型補剛桁の吊橋の耐風性状、及び変動風による効果、或は自励振動に関する研究を述べてきた。然るに此の度、東大工学部土木工学科に全径向吊橋模型実験用低風速風洞が新設された。(土木学会誌40-12参照) 本報告はこの風洞を使用して行なわれた実験に関する報告である。

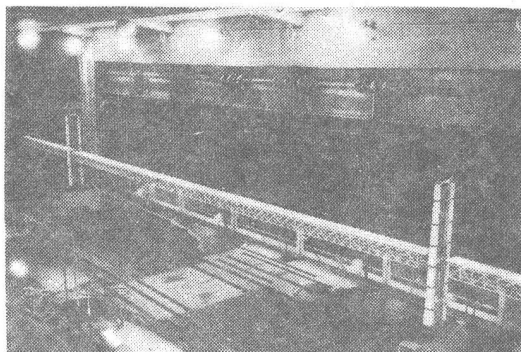


写真1 風洞実験部と三径向模型TR-3-2

1 風洞外觀 その主な諸元をあげると下記のとおりである。

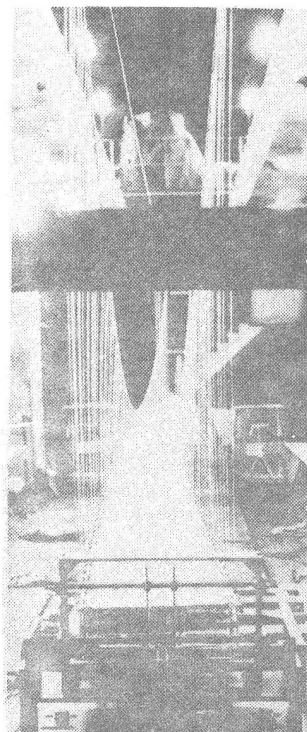
吹出口寸法 長さ16m×高さ1.9m

風速 1~17 m/sec, 風向 上下10° ----- 連続設定可能

風洞形式 還流式(ゲッチェン型), 送風機 4×75KW

この為、対象としうる模型としては、1/100程度の縮尺で1500m級の吊橋、或は三径向をもつ吊橋模型などが供せられる。風速については、実際におこりうる自然風を対象としても、風洞内での風速は模型の縮尺の平方根に比例するので、とくに高い風速は要求されない。この他、実験用付属設備として、橋桁断面に作用する空気力測定のための三分力天秤、六分力天秤が風洞内に設置され、更に、動的空気力測定用の小風洞が併設されている。

写真2 横変位したTR-2-2



2 実験結果 本研究に使用された模型は次りようなものである。H型及び流線型断面は他の模型と比較する上で行なわれた基本的なものであるが、トラス型補剛桁吊橋は何れも試的に設計された実験を対象としている。特に示すもの以外は全て中央径向と単径向とした。

モデル	補剛桁	備 考 (C:肉床)
H-1, 2	H型	肉床, 高さ/幅の比が0.1及び0.2
TR-1	トラス(L=500)	支間中央での吊材長が短い: 1, 長い: 2
TR-2	トラス(L=1500)	床部の縁が低い: 1, 高い: 2, 2の水質斜吊り: 2V
TR-3	トラス(L=300+850+300)	三径向, 連続桁: 1, 1C, 単桁三連: 2 (写真1), 2C

モデル	補剛桁	備 考
TR-4	トラス(L=850)	1, 1C, TR-3の原橋の主径間
ST	流線型	吊材は真直ぐ。

TR-3は側径間、タワーの影響を知るため、TR-4は模型の大きさによる現象の差を知るためのものである。

支々の実験結果は以下のようになる。トラス型補剛桁を有する吊橋では、前回の報告にも述べたとおり、風圧により横に大きく変形し、この程度は風速の二乗に比例して増大する。(写真2) 変形の程度は、同一風速では吹き上げの場合ほど大きく、迎角が(-)に向かうほど小さくなる。この度合はTR-4よりTR-1, TR-2の方が大きい。(図-1) 断面に作用する抗力は、迎角による差は小さいので、この差は揚力の影響、変形ほどに伴うケーブル張力の変化によるものと想像される。

横変形に関するケーブル張力の寄与の程度を知つために、吊橋構造としての横方向の換算曲げ剛性を求めると次のように表わされる。

$$EI_k = \left[EI_k \left\{ \alpha(1+\beta) + \frac{P_c}{P_t} \right\} + \frac{P_c}{P_t} H \right] / (1 + \alpha + \beta + \gamma)$$

但し、 $\alpha = l_c/f$, $\beta = W_c/W_k$, $\gamma = P_c/P_t$
 l : 支間, f : 垂距, l_c : 支間中央の吊材長, W_c, W_k はケーブル、補剛桁の重量, P_c, P_t はそれぞれに作用する空気力, H : ケーブル水平張力, EI_k : 換算曲げ剛性

TR-1, TR-2のように支間の長い吊橋ではHの効果が大きく現われるのである。観測される振動は、南床構造の場合、主に小さい鉛直抗力振動の低次波形が現われるのみである。但し、TR-2-2では小さい迎角の範囲で逆対称1次(1NT)波形の自励振動が、TR-2-2Vでは対称1次(ONT)波形の自励振動が発生した。これはH断面にみられる現象と同じものと考えられる。断面を南床構造にすると、ある迎角の範囲で何れも自励振動が観測されている。(図-2) 今回の実験においては、風圧による横揺れ現象は観測されていない。これは対象としていた実橋の持つ水平方向の曲げ剛性の程度では、風速の上昇と共に、模型が大きく変形するからであると考えられる。即ち、桁に作用する風力の一部、吊材を通じてケーブルに伝えられるためであらう。自励振動が横揺れ風速が、桁の変形と共に増大高くなり、結局、定常振動を示さなかったケースがあったが、これも同じ理由からと思われる。H型及びST型では何れも自励振動が観測されている。

三径間吊橋とした場合、今回は単径間の場合に比べて本質的な差は認められなかった。なお、三径間模型用としてのタワー模型についても風洞実験を行った。換算剛性を相似させることが出来なかったため、曲げ振動に着目すると、フリーの場合風速の増大と共に振幅の増加減が緩やかである。三径間の場合高い振動数での振動が認められたが、これが桁に影響を及ぼすことはなかった。

