

新日本製鉄(株) 正員 北條 哲男
 東京大学工学部 正員 伊藤 学
 東京大学工学部 正員 宮田 利雄

1. まえがき

キャットウォークは吊橋のメインケーブルを架設するための重要な仮設構造物であるが、我国ではこれまで建設されたものが比較的小径間であったこともあって、その耐風性についてはあまり検討されていない。また、米国等多くの長大吊橋が建設されているにもかかわらず、キャットウォークの耐風性について特に注意が払われている様子もみあたらない。しかし、今後本州四国連絡橋等の長大吊橋のケーブル架設という施工面から見た場合に、架設地点が台風来襲地域であるという我国の特殊事情を考えると、長大スパンキャットウォークの耐風性について十分に検討しておくことが必要と考えられる。そこで、まずキャットウォーク断面に働く定常空気の測定及び動的性状の検討を風洞実験によって行い、さらに現在建設中である平戸大橋キャットウォークの風作用下の応答観測を実施することによって風洞実験の検証及び自然風に対する挙動の検討を行った。

2. 風洞実験

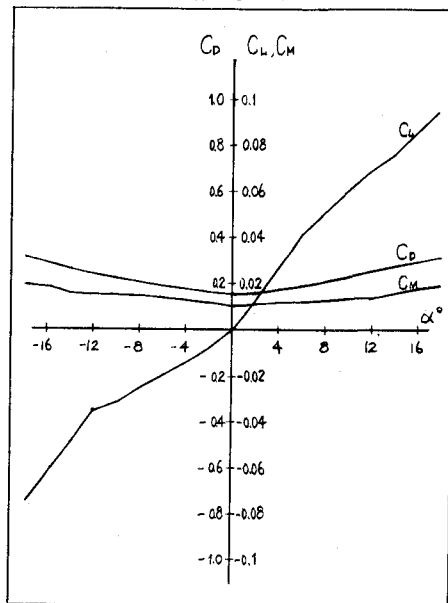
(1) 三分力測定実験 三分力測定に用いられた実験模型諸元を表1に示すが、ここでは主に幅員の変化による各空気力係数の変化の様子を調べた。その結果、①揚力、空力モーメントは値自体が小さく、 C_L , C_M 曲線の傾斜も小さい。その断面が耐風安定性を欠くとの傾向は見られない。②今回の実験の範囲では、幅員の変化による抗力の変化はわずかで、また床面の抗力に寄与する割合も少ない。ということが知られた。そこで、幅員の変化による全抗力に対する各面の分担割合及び床面の影響を更に検討するために各面に働く抗力を直接測定できるよう工夫した。その結果、キャットウォーク断面の抗力係数はおおむね1.3となり、これに対して後流側面に作用する抗力係数は幅員の大きさにかわらずほぼ一定で前面の半分程度で0.65、また床面の抗力係数は0.1程度となることがわかった。このようにしてキャットウォーク断面の抗力係数を考えると、風荷重は従来の設計法に比べると約50%減少することになる。

(2) 振動実験 実験模型Ⅳ-1を用いて自由振動法により中央スパン1500 m級のキャットウォーク断面の動的性状を検討した。実験は、鉛直たわみ振動、横たわみ振動に対するもののほか横たわみ振動についても行った。原型の他に床面充実率を変化させた場合の実験も加えて、断面形状の変化に伴う振動特性の変化の様子も観測した。その結果、①実風速換算 75 %程度までは原型模型では不安定振動は発現せず、キャットウォーク断面の耐風安定性は良いことが確認された。②原型模型の空力減衰率を図2に示すが、鉛直たわみ振動 横たわみ振動についてはほぼ

表1 実験模型 (1/20 模型)

記号	寸法 (mm)			充実率 (%)		抗力係数
	幅員	高さ	長さ	床面	側面	
I-1	200	65	1100	47.1	36.5	2.12
II-1	300	65	1100	54.9	38.0	2.14
III-1	400	65	1100	50.6	37.7	2.30
IV-1	400	65	1050	50.5	41.0	2.36

図1 三分力曲線図



準定常値と一致していると思なせる。③床面充実率が大きくなり、特に70%を超すと自励振動が発現する可能性が急激に増大するものと予想される。ということが知られた。

3. 実橋キャットウォークの観測

現在建設中の平戸大橋(中央径間465m)において、自然風下におけるキャットウォークの振動変位を測定した。すなわち、キャットウォーク中央点に取り付けたターゲットの変位を光学の変位計によって計測し、面タワー上及び中央点に取り付けたプロペラ型風速計により風速を測定した。これら、中央点の振動変位と三点の風速をデータレコーダーに記録した。測定はキャットウォークが完成する直前の1975年7月上旬から始め、スピニングが $\frac{1}{2}$ 程度終了した9月中旬まで行ったが、主に完成状態のキャットウォーク(7月中旬)を対象にしている。

磁気テープに記録された風速、振動変位のアナログデータを東大橋梁研究所所属のデータ処理装置を用いて処理し、風速と水平変位について、平均値、二乗平均値、パワースペクトルを計算した。尚、平均値を求める際、風速の評価時間は5分間とし、面タワー上の風速の平均値と中央点の風速との平均値をキャットウォークに作用する平均風速と考えた。

(1) 静的横たわみ 風速と静的横たわみの実測値と理論値を図3に示す。ここで理論値とは風洞実験の結果から求めた抗力係数によるものであるが、実測値と比較的良好一致していることから、これはキャットウォーク断面の抗力係数の評価がほぼ適切であったことを示しているものと思われる。

(2) 横たわみ不規則振動 不規則振動の周波数領域における解析の方法に従って求めた横たわみ不規則振動の標準偏差の理論値と実測値を図4に示す。ここで理論値は、風速に関する実測値のデータを参考にしつつ、乱れの強さ8%と12%について計算を行ったものである。実測値(乱れの強さはばらつきがあり、平均すると約11%となる)と比較すると、傾向は一致しているが理論値のほうがやや大きな値となっている。しかし、乱れの強さが12%程度の理論値が実測値の最大値を与えていると見ることができ、おおよその傾向は理論的に把握し得ると結論してよからう。尚、本解析は新日鉄(株)所有の有限変形理論を用いた「立体ケーブルトラス構造解析プログラム」によって行った。

詳細は講演当日に補足したいと考えている。本研究を実施するに当たり多大なる助力をいただいた東大橋梁研究室小栗助手に感謝の意を表します。

図2 V- δ 曲線

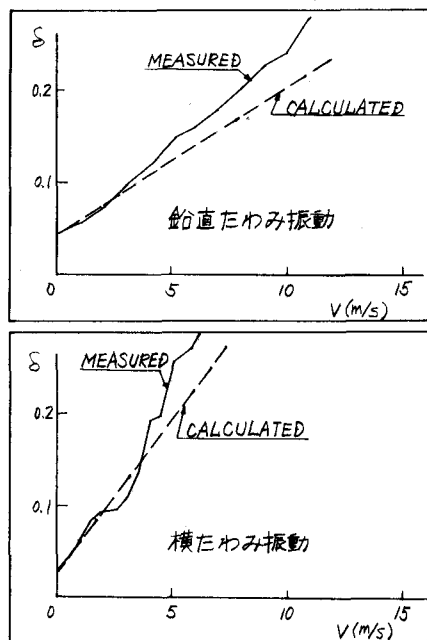


図3 風速-静的横たわみ

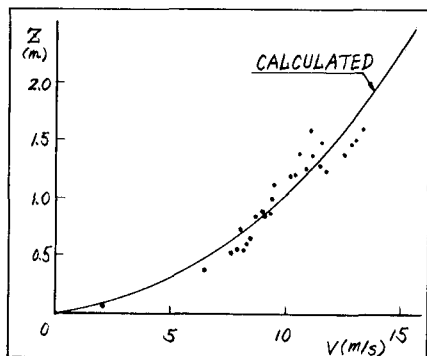


図4 風速-横たわみ不規則振動

