

I-83 吊橋補剛けに作用する静的空気力について

東京大学 工学部 正員 平井 敦
 中央大学 理工学部 会 岡内 功
 東京大学 工学部 〇 会 小栗 英和

§1 まえがき

吊橋の耐風設計を行うにあつて、自然風の変動性および吊橋の可撓性を考慮すると、空気力と動的なものととして取扱ひ、空気力に対する吊橋の応答を正しく把握することが大切であることはよく知られていることである。しかし、最初から問題を動的に考えて処理することは多くの困難を伴うのでまず空気力を静的な力としてみなして、構造計算を行い、その後において、風の動的作用に対する安全性を検討するという順序をとるのが普通である。このような事情で、吊橋補剛けに作用する静的空気力を知ることは、耐風設計を実施する際に最初の問題となる点であるが、橋梁構造は各部材が組合わされた構造であるために、各部材に作用する空気力が相互に干渉しあつて、その結果、静的空気力の正確な推定はきわめて困難と考えられる。したがつて、従来架設された多くの吊橋では風洞実験によつて、静的空気力を実験するのが通例となつてゐる実情である。われわれは過去かなり多数の吊橋補剛けに作用する静的空気力と風洞実験によつて測定してきたが、これらの資料と綜合して静的空気力に対する補剛けの断面形状の影響に関して、概略的ながら、その特性を見出すことが出来たので、これを報告したいと考へる。

§2 静的空気力

静的空気力は抗力、揚力および物体の弾性中心に作用する空力モーメントの三力にわかれる。従来われわれは三力の大きさを表示するのに航空工学の例にならつて、速度圧 $\frac{1}{2}PV^2$ 、橋面積 S 、(空力モーメントの場合はさらに橋巾 b) 及び静的空気係数と称される無次元の係数の積で、次のように表して来た。

$$\text{抗力: } D = C_D \cdot \frac{1}{2}PV^2 \cdot S \quad \text{揚力: } L = C_L \cdot \frac{1}{2}PV^2 \cdot S \quad \text{空力モーメント: } M = C_M \cdot \frac{1}{2}PV^2 \cdot S \cdot b$$

しかし構造物では一般に、風向に直角な面が多く、その面積が抗力の大きさを殆ど決定するので、抗力に対しては橋面積 S の代りに構造物の受風面積すなわち鉛直面に構造物を投影した面積 A を用いて、次のように表示した場合についても検討した。

$$\text{抗力: } D = C_w \cdot \frac{1}{2}PV^2 \cdot A \quad \text{ここで } C_w \text{ を特に抵抗係数と呼ぶことにする。}$$

§3 充腹補剛けに作用する空気力の特性

図-1 に示すような断面について測定を行つてゐるが、これらの断面における空気力係数の特徴は次の通りである。

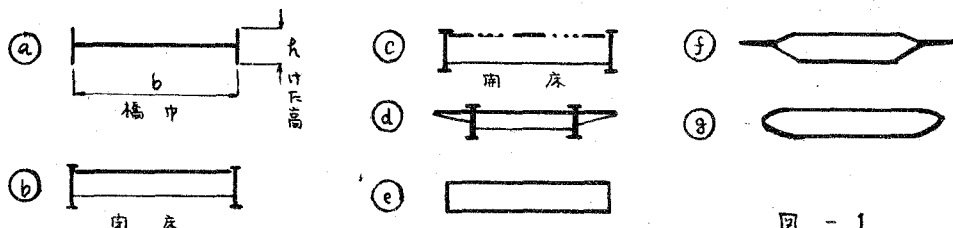


図 - 1

(i) 抗力係数又は抵抗係数 最も単純なH型断面に対する実験結果と総合すると図1の表-1のような値が得られる。

係数 h/b	0.05	0.1	0.15	0.20	0.25
C_D	0.099	0.20	0.29	0.38	0.47
C_W	1.98	2.00	1.94	1.92	1.89

表 - 1

これより、 C_D はけた高によりかなり変化するが、 C_W になすといずれも2.0程度となり、ほぼ一定した値を示すことが認められる。図-1の(b), (c), (d), (e)のようなフロートがターを主けたとした場合の結果は $C_W = 1.2 \sim 1.5$ の値を得ているが、これは小さすぎる値のようであって、測定に問題があったのではないかと考えている。図-1(f), (g)のような流線形断面では抗力は著しく減少して C_W は(f)で0.3, (g)で0.45というような値となっている。

(ii) 揚力係数およびモーメント係数 これは主けたの他に橋床の形状、位置さらに迎角などが著しい影響をもつので C_D のように数値を示すことが困難である。

そこで迎角に対して係数をプロットした曲線の形状について説明することとする。 $R/b < 0.05$ の薄い断面および流線形の断面では図-2の破線の如く翼型に類似して両曲線とも勾配は相対的に急である。 R/b が大きくなって0.07以上になると C_M 曲線の勾配が負となり、さらに0.20以上になると C_L 曲線の勾配も負になる。図-1(d)のように主けたの外側に歩道がついている形式では C_L 曲線が実線、 C_M 曲線が破線

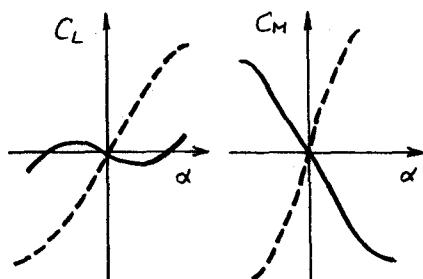


図 - 2

のような傾向があり、(e)のような箱形の場合には C_L は破線、 C_M は実線となる傾向も見られる。橋床と南床とすると両曲線とも傾斜がかなり減少するが、南床の状態によってかなり複雑である。

§4 トラス補剛けたに作用する空気力の特性

(i) 抵抗係数 トラス補剛けたの場合には主桁間隔、部材の形状、又橋床構造及び位置などが関連して影響しあうのが複雑であるが、一定充実率と主桁間隔の影響と図-3, 4に示す。鉄橋などにおける測定結果と同様に充実率→小、主けた間隔→大で抵抗係数→大となる。

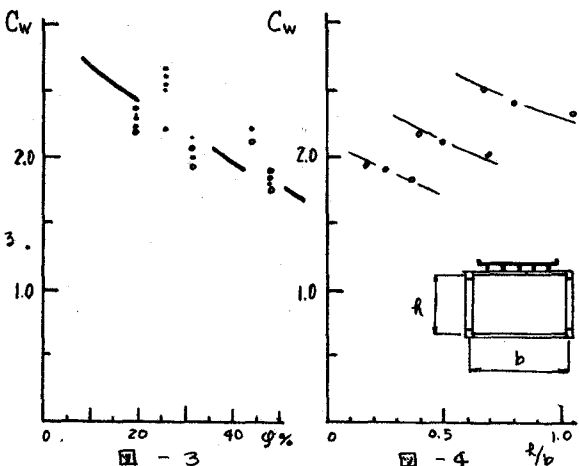


図 - 3

図 - 4

(ii) 揚力係数およびモーメント係数

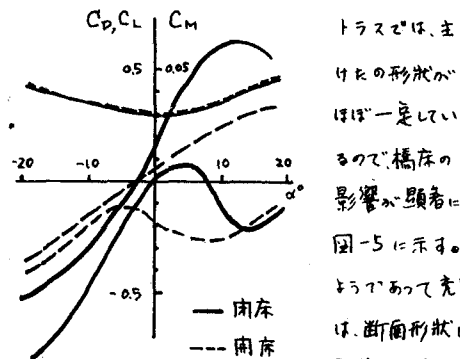


図-5

トラスでは、主けたの形状がほぼ一定しているため、橋床の影響が顕著に現われる。同床の場合南床より両曲線とも傾斜が小さい。一例を図-5に示す。 C_M には負勾配の部分が現われることが多いが、充実率に関係するようであって充実率が大い程、明瞭に現われる。吊橋補剛けたに作用する空気力は、断面形状に応じて特徴が認められるが、これを数値的に求めるには、風洞実験で、各々について測定するのが適当であると考えられる。