

九州工業大学 ○正 員 久保嘉延
東京大学 正 員 宮田利雄
東京大学 正 員 伊藤 学

1. まえがき 吊橋に用いられる トラス補剛桁において顕著に発生するフラッターは、挟れ1自由度のストールフラッターである。この現象は、床版近傍の上流側部材から発生するはく離流によって誘起される不安定振動であると理解されている。従って、その不安定振動の抑制を考える場合には、種々の部材で複雑に構成されているトラス補剛桁の上流側部材のうちどの部材からののはく離流がこの不安定現象を発生させるかを把握する必要がある。はく離を生じさせる部材のうちフラッター特性に大きな影響を与えるものとして、最初に着目されたものが床版外端部に位置する高欄および地覆であり、これらの形状とフラッター特性との関連について種々の検討がなされてきている。しかしながら、床版を支持し、最も大きな部材を有する主構トラスの上流側部材からののはく離流が、高欄および地覆を介してフラッター特性に与える影響について体系的な検討はあまりなされていない。そこで、本研究ではトラスの主構間隔を変えることにより、その耐風特性がどのような影響を受けるかを検討することを目的とし、以下にその実験結果および考察を述べる。

2. 実験および結果 本実験は本州四国連絡橋の設計案として出されている主構間隔32m 主構高13mのトラス補剛桁を有する吊橋を対象とした。実験に使用した模型はFig.1に示す断面を持つ1/100縮尺の2次元部分模型であり、主構間隔の違いによるフラッター特性を検討するために設計案の主構間隔32cm を30cm に変更できるようにトラス部分を取り替え可能にしてある。2次元自由振動実験時の諸元は、模型長1060mm、重量5330g/m、極慣性モーメント1560g・cm²/m、挟れ振動数3.22Hzであり、使用した風洞は九州工業大学開発土木工学科付属の測定断面1070×1500mmを有するエッフェル型風洞である。主構間隔の異なるトラス補剛桁の上流側主構におけるはく離流が高欄および地覆部分にどのような影響を与えるかを検討するために実験ケースを下表の3つのタイプに分類し、①については迎角(α)を変化させ、②および③については迎角を $\alpha=0^\circ$ に固定した。実験はすべてのタイプについてたわみ振動を拘束し、挟れ振動を行な

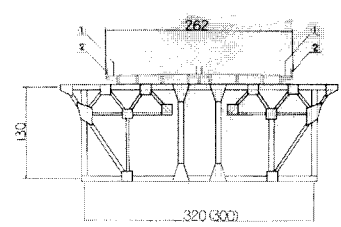


Fig.1 Cross Section of Model(mm)

わせる方法によった。そのとき、挟れ振動における回転中心は設計断面におけるトラス中心とトラスのせん断中心との中点に一致させた。

Fig.2は迎角 $\alpha=0^\circ$ の場合の倍振幅 $2\phi=4^\circ$ における風速と空力減衰(構造減衰を除去したもの)との関係を示した $U-d_a$ 図である。これによると、T-0は主構間隔32cm, 30cmのどちらにおいても測定風速内では不安定な振動を発生していないが、T-32-0の方がT-30-0より振動を発生しやすい傾向を示している。この傾向は、振動が発生したT-Cにおいては、より顕著な傾向として現われている。すなわち、

①	T-O	グレーチング①および高欄②を閉塞しない原型。
②	T-C	T-Oのグレーチング①を閉塞する。
③	T-H	T-Cの高欄②を閉塞する。

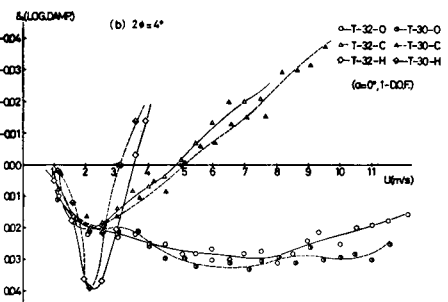


Fig.2 Damping Decrement of Torsional Oscillation

T-32-Cの方がT-30-Cより低風速域で発振する傾向を示しているということである。ところが、T-Hについてみるとこの傾向は逆転している。当初の予測では、この場合のストールフラッターは、高欄からの離流のみによるであろうからT-30-H、T-32-Hの応答は一致するものと期待していたが、T-30-Hの方がT-32-Hより低風速側で発振する傾向を示している。このことから、主構での離流が高欄部の離流に何らかの微妙な影響を与えていると考えられる。次に $\alpha=0^\circ$ の場合の応答に着目する。Fig. 3は風速と振幅との関係を示したU-A図である。

T-C, T-Hの双方について、T-30およびT-32において構造減衰率に若干の相違があったため、図には得られた減衰率のままのものと、どちらかの減衰率に修正したものとを表示することにより比較する。この実験における各タイプの対数構造減衰率は倍振幅 $2\phi=4^\circ$ で次表の通りであった。

T-30-C	$\delta_s=0.041$	T-30-H	$\delta_s=0.029$
T-32-C	$\delta_s=0.030$	T-32-H	$\delta_s=0.039$

この結果によると、応答履歴の傾向も上述の結果と一致しており、T-CではT-30の方がT-32より高風速側で発振しているにもかかわらず、T-Hではこの傾向は逆転している。

原型断面(T-0)について迎角を変化させた場合についての耐風特性の検討結果を示す。Fig. 4には迎角を $\alpha=+2^\circ, +4^\circ, +6^\circ$ と変化した場合の倍振幅 $2\phi=2^\circ$ におけるU- δ_a 図を、Fig. 5にはその応答履歴図(U-A図)を示す。このときの対数構造減衰率は振動系の改善が行われたため、 $\delta_s=0.018$ となっている。これによると、どの迎角においてもT-30の方がT-32より応答履歴は高風速側にあり、より安定であると言える。これらの発振風速にどの程度の差異が生じているかを見るために、それぞれの発振風速を V_{cr}^{30}, V_{cr}^{32} として右表で比較する。これによると、T-30はT-32に比較し、11%~38%程度発振風速が高くなり、その傾向は迎角が大きいほど顕著となっている。すなわち、主構間隔の差により吊橋補剛桁の耐風特性がかなり影響を受けることが確認された。

3. あとがき

従来、この種の補剛桁の耐風性向上のための対策として、地覆の形状を変えたり、高欄部に翼状の板を取り付けたり、中央柵を採用するなどのような本来の構造形式に対して何らかの付加物を取り付けることが考えられてきている。しかしながら、本研究のようにこれらの付加物を取り付けることなく、構造的および流体力学的に部材の最適配置を追及することから、耐風安定性の向上を検討することは、工学的および経済的観点からすれば、より重要なことであると考えられる。今回は1つのケースであり、主構と床版との位置関係について最適な配置というものは見出されていないが、現在、主構および高欄からの離流を追跡することにより、定量的把握を試みている。最後に、本研究が文部省科学研究費によるものであることを付け加えると共に、実験の遂行にあたり、多大の労力と時間を提供された九州工業大学閉塞土木工学科の加藤九州男助手、大学院生重広正治君、当時の卒論生島田嘉顕君に深甚の謝意を表する。

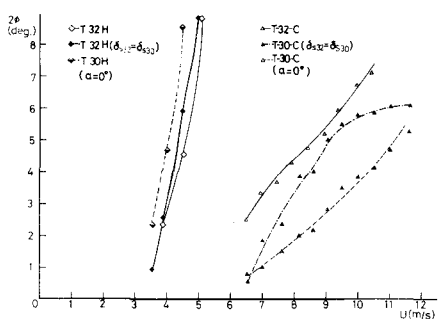


Fig.3 Responses of Models (T-C, T-H)

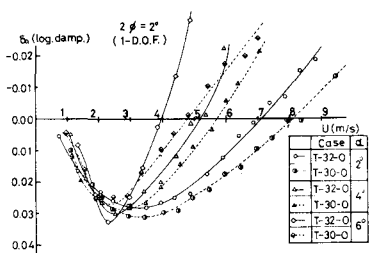


Fig.4 Damping Decrement of Torsional Oscillation

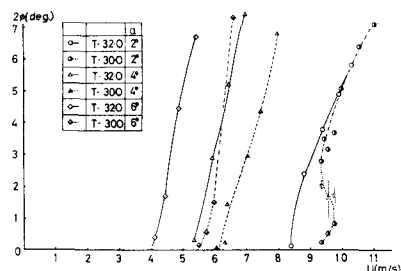


Fig.5 Responses of Model (T-0) with Angle of Attack

主構間隔 30 cm	2°	4°	6°	
V_{cr}^{30}	9.3	6.1	5.5	(m/s)
V_{cr}^{32}	8.4	5.3	4.0	(m/s)
$\frac{V_{cr}^{30}-V_{cr}^{32}}{V_{cr}^{32}} \times 100$	10.7	15.1	37.5	(%)