

横浜国立大学 学生員 虫明 一郎、 正 員 宮田 利雄

正 員 山田 均、 正 員 斎藤 善昭

パシフィックコンサルタンツ(株)

向山 辰夫、

伊藤 靖

1、はじめに

一般の道路橋の長大化にともなって、歩道橋も長大化している。従って、最近では歩道橋においても動的照査の必要性が生じている。ところが、歩道橋においては桁高と高欄の高さの比が一般の道路橋に比べて大きくなるため、高欄形状が耐風性に与える影響が大きいであろうと考えられる。ここでは高欄形状を変化させることにより、振動応答がどのように変化するかを風洞実験により検証した一例を示す。ここで対象とした歩道橋は現在建設中の戸田競艇場水路横断橋である。その外観図を図-1に示す。

2、実験方法等

実験は本州四国連絡橋風洞実験要領(1980)同解説(以下これを本四(’80)と称す)に則って行った。ここでの実験は橋桁の二次元模型を用いた弾性支持実験である。模型縮尺は本四(’80)にしたがって検討をくわえ1/34とした。模型の主要寸法は弦長231mm、模型高56mm、模型長1250mm、また、閉塞率は3.1%である。使用した風洞は横浜国立大学土木工学教室所属の押し込みエッフェル風洞(低風速用開回路型)である。風洞風速の設定は、その性能を考慮して発生する現象が1m/s程度以上で観測できるように行い、また、設計風速を若干上回る風速(ここでは60m/s程度)に相当する風速が所定の風洞性能以内におさめられるようにした。吹送される気流は一樣流を基本とし、さらに自然風の持つ乱れの効果を調べるため乱流格子による乱流(乱れの強さ： $I_u=9\%$ 、 $I_w=7\%$)を用いた。構造対数減衰率は $\delta=0.02$ が所要値であるが、発現する現象をより明確に観測しうるように $\delta=0.004$ 、 0.005 と極めて小さい値に設定する場合も実験した。迎角は 0° 、 $\pm 3^\circ$ の3ケースにて実施した。ここでは頭書の実験の主旨より図-2に示す5種類の高欄を用意して実験を行い、橋桁自身の振動応答特性を知るために高欄がない場合についても実験を行った。また、頭書の実験の主旨からは少しはずれるが、各種の高欄と耐風性が良好となる橋桁断面を探るために図-3に示すような2種類のフェアリングを用意して実験を行い、フェアリングの効果を確かめるためにフェアリングがない場合についても実験を行った。振動の測定は、鉛直たわみの1自由度振動の測定を行った後、鉛直たわみとねじれの2自由度振動の測定を行った。

3、実験結果

風洞実験結果を要約すると次のようになる。但し、ねじれ振動は実橋換算風速50~60m/sまでの間では特別な振動は発現していない。従って、以下の文中では鉛直たわみ振動についてのみ述べる。

a. 気流が一樣流のときには、フェアリングをつけた場合でも構造対数減衰率が極めて小さい($\delta=0.005$)と渦励振が高欄付きの場合換算風速 $V_r=5\sim 6$ 付近で発振し、高欄なしの場合換算風速 $V_r=3$ 付近で発振している。その際のピーク振幅 η/D は $0.004\sim 0.102$ とかなりばらついている。

b. しかし、構造対数減衰率を所定の0.02にすると迎角が 0° 、 $\pm 3^\circ$ の場合は渦励振が消滅する。ところが、この場合にも -3° では応答振幅は小さくなるものの残る(フェアリング③と高欄④を取り付けた場合を除く)。ここでも高欄なしの場合の方が発振風速は小さい。図-4にフェアリング①、構造対数減衰率0.02、迎角 -3° の場合の振動応答図を示す。

c. 気流を乱流にすると、bの場合の渦励振も全て消滅する。しかし、これに代わって風の乱れによる不規則なバフティングが発生し、風速の増加にともない発達している。この振動は迎角、高欄のタイプの違いによる差異は小さい。フェアリングのタイプ別では短い①の方が長い③よりも発生するバフティングの大きさは小さい。図-5にフェアリング①、構造対数減衰率0.02、迎角 0° の場合の振動応答図を示す。

す。

d. フェアリングを取り外した場合では、気流が一樣流で構造対数減衰率が極めて小さい ($\delta = 0.005$) と、フェアリングを付けた場合の振動応答より相対的に応答振幅が大きい渦励振が発生する。構造対数減衰率を所定の 0.02 にすると高欄①を取り付けて迎角 $+3^\circ$ を与えた場合ではかなり大きい振動が残るが高欄④を取り付けると高欄なしの場合では振動は発生しない。気流が乱流の場合には、構造対数減衰率が極めて小さい ($\delta = 0.005$) と、気流が一樣流のときより応答振幅は若干小さくなるものの同様な渦励振が発生する。しかし、構造対数減衰率を所定の 0.02 にすると渦励振は発生しない。但し、フェアリングを取り付けた場合と同様にバフティングが発生する。この場合、発生するバフティングの大きさはフェアリング③の場合とほぼ同様であり、フェアリング①の場合よりも大きい。

4. まとめ

問題を現実的かつ簡単にするために構造対数減衰率が所定の 0.02 の場合についてのみ考えることとする。まず、3. b, c からわかるように、フェアリングを取り付けた橋桁断面においては高欄形状の変化が耐風性に与える影響はほとんどないといえる。次に橋桁自身の振動応答特性については、高欄付きの場合とほぼ同じであり、3. b からわかるように一樣流中における渦励振の発振風速が高欄付きの場合よりも小さくなっている。フェアリングと高欄の良好な組合せは、全般的にフェアリング①との組合せの方が良好な結果となっている。フェアリングの効果については、フェアリング①については乱流中においてバフティング振動を小さくするといった効果が現れているが、フェアリング③については特にこれといった効果は現れていない。以上のことよりフェアリング①を取り付けた橋桁断面の場合、ここで使用した 5 種類の高欄については実橋において所定の構造対数減衰率 0.02 以上が得られるならば、どれを組み合わせても耐風性において特に不都合は生じないであろう。最後に、上述の事柄は何れも実験対象とした諸条件の範囲内での事柄であり、これらと異なる条件の場合は別途検証する必要があることを断っておく。

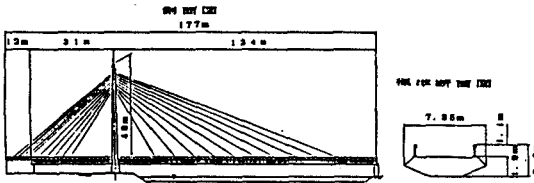


図-1 戸田競艇場水路横断橋外觀図

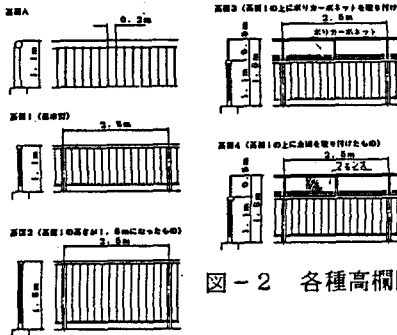


図-2 各種高欄図

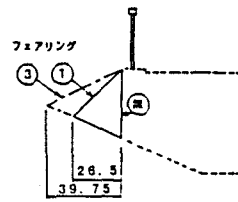


図-3 フェアリング断面図

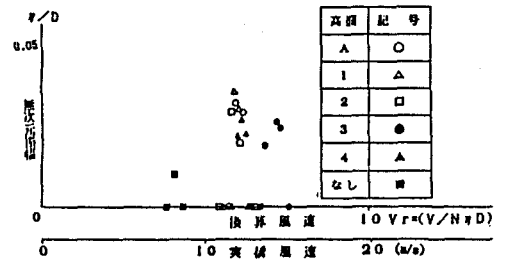


図-4 一樣流中実験結果

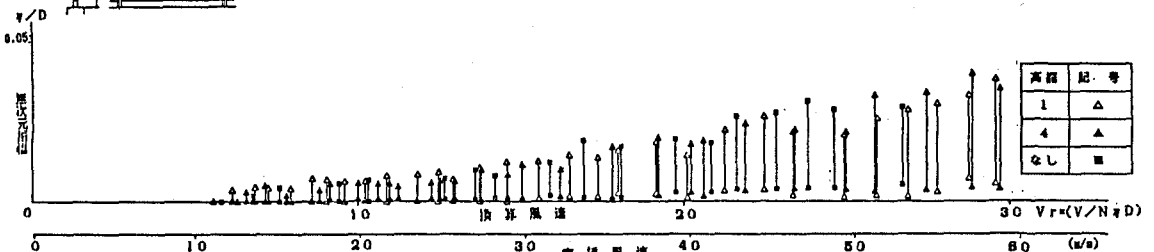


図-5 乱流中実験結果