

# PC床版を有する鋼管二主桁断面の空力特性改善について

長崎県田平土木事務所 大塚 周三, 中村 哲也 本州四国連絡橋公団 竹口 昌弘  
 三菱重工業 本田 明弘, 所 伸介

## 1. はじめに

近年、公共構造物の建設に対するコスト削減の流れを受けて、PC床版と鋼主桁を用いたいわゆる合成桁が注目を浴びており、その例としては、比較的中小の支間長の桁橋への採用実績が豊富なPC床版鋼二主桁形式などが挙げられる。

本稿は、鋼管部材を主桁として用いることによってコスト削減を指向した鋼管二主桁断面の空力特性を調査するとともに、空力対策がコストに与える影響を小さくするために軽微な対策を基本としたその特性改善手法について検討した結果を紹介するものである。

尚、今回想定した橋梁は全長840m、中央支間長400mの3 径間連続斜張橋である。

図-1に検討対象とした桁断面形状を示す。

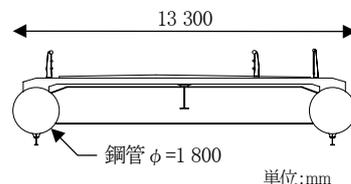


図-1 検討対象基本断面

## 2. 風洞試験概要

風洞試験は、二次元部分模型を用いた応答試験を実施することとし、鋼管部材が Re 数の影響を受けることが懸念されたことから、極力高い Re 数域における試験を可能とするために、縮尺1/12の大型模型を用いた。表-1に今回の試験に用いた想定振動諸元及び試験条件をまとめて示す。(模型長=2.7m)

表-1 想定振動諸元及び試験条件(模型縮尺1/12)

| 項目                | 想定振動諸元                   | 模型値                           |         |
|-------------------|--------------------------|-------------------------------|---------|
| 重量                | 13.6 ton/m               | 255.0 kg/model                |         |
| 極慣性モーメント          | 23.39 ton・s <sup>2</sup> | 3.07 kg・s <sup>2</sup> /model |         |
| 振動数               | たわみ                      | 0.308 Hz                      | 0.96 Hz |
|                   | ねじれ                      | 0.683 Hz                      | 2.13 Hz |
| 振動数比<br>(ねじれ/たわみ) | 2.22                     | 2.22                          |         |
| 構造減衰              | たわみ                      | -                             | 0.02    |
|                   | ねじれ                      | -                             | 0.02    |

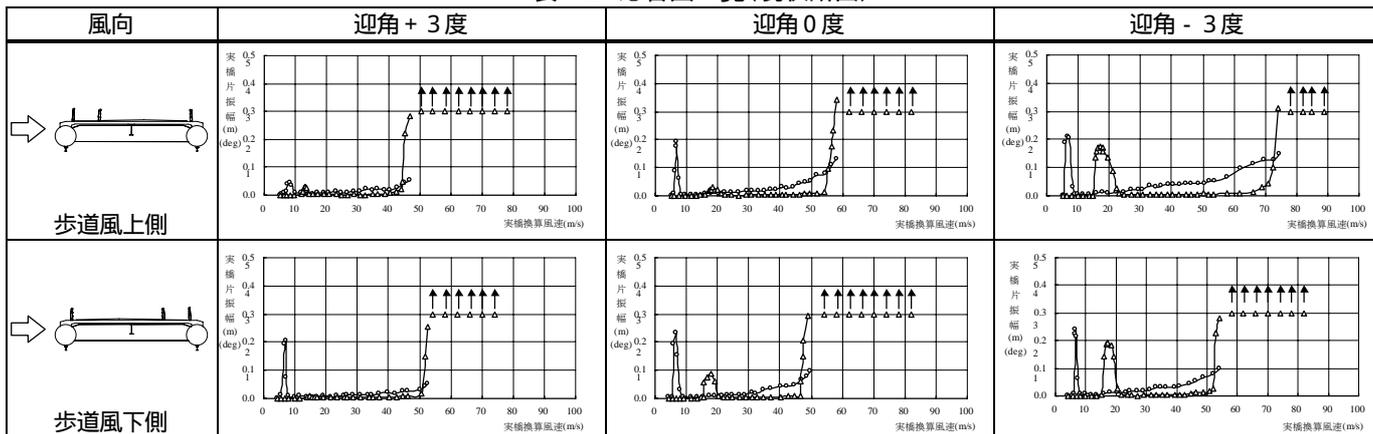
## 3. 現状断面の空力特性

ここでは、図-1に示した断面を現状断面と称し、まず静的空力特性については、風速を種々変化させた静的空気力測定を実施し、その結果より、Re 数が  $5.2 \times 10^4 \sim 2.6 \times 10^5$  の範囲においては、顕著な Re 数依存性は認められないことが判った。これは、現状断面では鋼管下に設置された検査車レールが前縁部の剥離点を固定させる効果を有することによるものと推察される。

動的空力特性については、表-2に現状断面の応答図一覧を示す。

表-2 応答図一覧(現状断面)

○:たわみ, △:ねじれ



上表より、現状断面の空力性能としては、風速 50m/s 程度からねじれフラッターと思われる振動が発現し、風速 5~10m/s でたわみ渦励振、風速 15~20m/s でねじれ渦励振がそれぞれ発生することが判る。また、風向特性としては歩道風上側がフラッター、渦励振の双方の観点から不利な風向となる。これは、風上側に位置する高欄の充実率の差異及び歩車道分離高欄の設置位置が関係しているものと思われる。特にフラッターに関しては、比較的低風速において振動が発生することから空力対策が必要であると判断し、空力的に不利な風向である歩道風下側風向を対象として、以下に述べる空力対策検討を実施することとした。

キーワード:PC床版鋼管二主桁断面, フラッター, 検査車レール  
 〒859-4825 長崎県北松浦郡田平町山ノ内免 808 Tel:0950-57-0562

### 4. 空力対策検討

鋼管二主桁断面の空力対策としては、既往の試験<sup>1)</sup>から床版を桁外側に延長するなどの対策によって制振効果が得られることが報告されているが、ここでは経済性を重視して、検査車レールの設置位置変更による空力対策の可能性について検討した。本検討で変更した検査車レールの設置位置を図-2に、各断面の迎角-フラッター限界風速特性を図-3にそれぞれ示す。

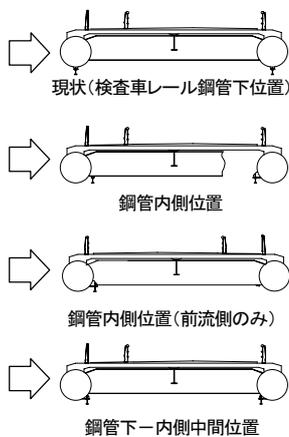


図-2 検査車レール設置位置

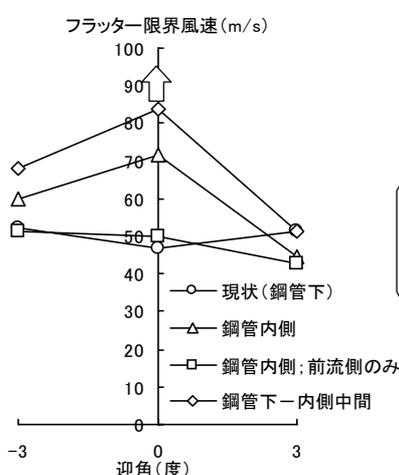


図-3 迎角-フラッター限界風速特性

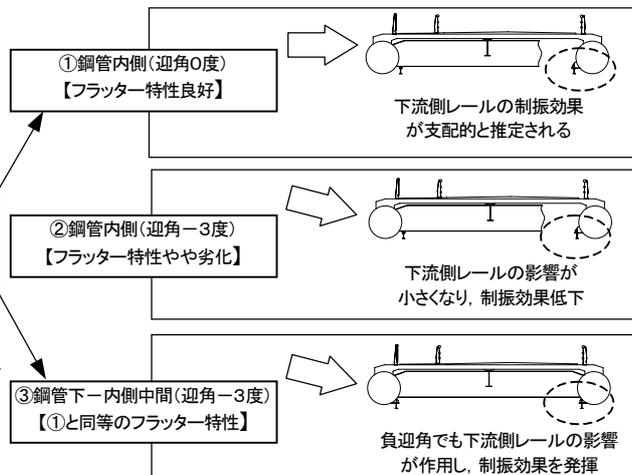


図-4 検査車レールの設置位置と迎角の関係推定図

検査車レールによる対策方針としては、維持管理及び景観性の観点から、鋼管内側に設置することを基本とした。図-3より、検査車レールを鋼管内側に設置すると、現状断面よりも特に迎角0度において顕著な制振効果が得られることが判る。また、本対策の前流側レールのみを設置したケースに着目すると、現状断面とほぼ同等のフラッター特性が得られることから、レールを内側に設置することによる制振効果には下流側レールが支配的な役割を果たしていると推察される。すなわち、鋼管内側レール位置で迎角-3度におけるフラッター限界風速が低下しているのは、図-4に示すように下流側レールの影響が小さいためと推察され、この点に着目してレールを鋼管下と内側の中間位置に設置したケースについて試験を実施したところ、迎角+3度では不十分であるものの、迎角0度及び-3度においては高いフラッター安定性を確保することが出来た。

また、迎角+3度では、図-5に示すように床版端部を整形することによって、大きくフラッター特性は改善され(図-6)、本断面が现阶段では最適案と考えられる。さらに迎角-渦励振振幅特性比較を図-7に示すが、本対策は渦励振対策としても有効である。これは図-5に併せて示すように正迎角における床版端部からの流れの剥離が整流された効果によるものと考えられる。

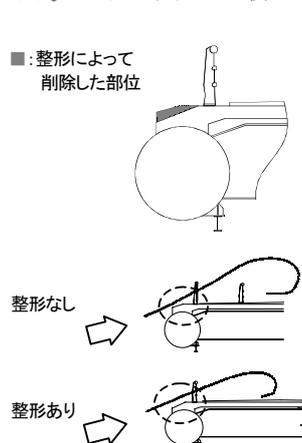


図-5 床版端部の整形

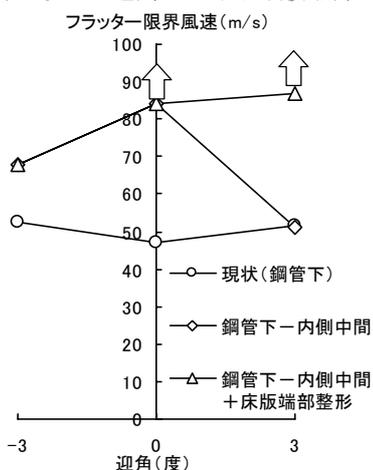


図-6 迎角-フラッター限界風速特性

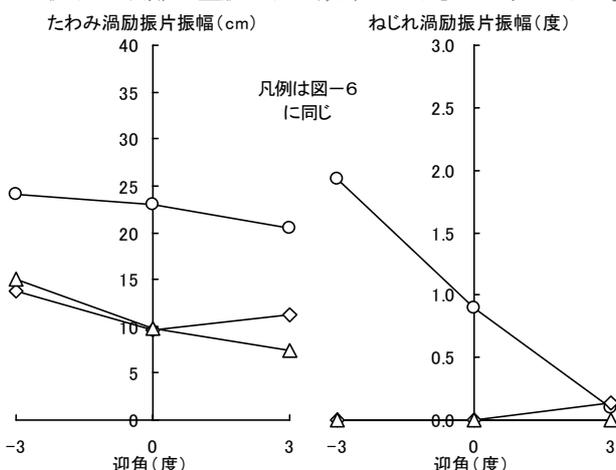


図-7 迎角-渦励振振幅特性比較

### 5. あとがき

PC床版鋼管二主桁の空力特性改善に関して、フラッターに対しては軽微な空力対策による目処付けができたと考えられる。

今後はさらに渦励振振幅の低減を目標として新たな対策案に取り組む予定である。

【参考文献】 1) 新原, 林田, 日紫喜, 富永, ”コンクリート充填鋼管を用いた2主桁断面複合斜張橋の風応答特性と空力的制振対策”, 構造工学論文集 Vol.46A, 2000.3.