# 検査車レールを設置した橋梁断面の空力特性に関する研究

九州工業大学 学生会員 〇小林平 九州工業大学大学院 学生会員 野田辰徳 小野元嗣 九州工業大学大学院 フェロー 久保喜延 正会員 木村吉郎 加藤九州男

## <u>1. はじめに</u>

橋梁に風が作用すると渦励振やギャロッピング,フラッター等の空力弾性振動現象が発生する.現在,このような振 動現象を抑制する手法として,フェアリング等の空力的付加部材を設置する方法があるが,この方法は維持管理や経済

性の面で優れていない.既往の研究では,構造部材のみで耐風性が得られ,かつ 経済性にも優れている五角形断面桁に着目し,五角形断面桁の耐風安定性が確認 された.しかし今回,本研究が対象とする橋梁では,五角形断面桁に検査車レー ルの設置が求められ,その耐風性の再検討が必要になった.検査車レールとは, 橋梁点検の際に作業足場が移動できるように,橋梁下面に設置する2本のレール のことであり,この方法によって交通規制の不要,作業員の安全確保などの利点 がある.そこで本研究では,五角形断面桁に検査車レールを設置した場合の空力 特性を明確にすると共に,さらに剥離干渉法の考え方に基づいて検査車レールを 耐風制振対策に利用した新たな橋梁桁断面の提案を目的とした.

### <u>2. 既往の研究</u>

既往の研究では、五角形断面桁において桁上面の断面形状が一定であっても、 底面傾斜角が変化すると桁周辺の流れ特性も変化することが確認されている.こ のことを考慮し、上面剥離干渉角を $\beta=27^{\circ}$ に固定し、底面傾斜角 $\theta$ を10°から 16°(B/D=4.76~6.45)まで1°刻みで変化させた場合の、ねじれ応答図を図2に示す. これより、 $\theta=13^{\circ}\sim16^{\circ}$ の範囲ではフラッターが発現しているが、 $\theta=10^{\circ}\sim12^{\circ}$ の範 囲では発現していない.つまり、底面傾斜角が大きくなるに従って、より低風速 でフラッターが発現する傾向にあると考えられる.

## 3. 五角形断面桁に検査車レールを設置した場合の空力特性

## 3-1 実験概要

本研究では、検査車レールが耐風性に及ぼす影響を検討するために2自由度振動応答実験を行った. 模型の縮尺は 1/n = 1/46.4 の剛体模型を用いた. 断面形状は β=27°、 $\theta=12°$ 、 B/D=4.5 の場合を基本断面とし、その基本断面と検査車レールを 桁端部、L/4 点、L/2 点に設置した計4 ケースについて実験を行った. これらの断 面において迎角  $\alpha \epsilon \alpha=0°$ 、+3°に変化させた. また本研究では、この2自由度振 動応答実験を行う前に1自由度振動応答実験を行っており、その結果、迎角  $\alpha=0°$ では、検査車レールを設置した場合でも L/4 点、L/2 点ではフラッターが発現し なかった. しかし、過去に行われた1自由度振動応答実験と2自由度振動応答実 験を比較したところ、同じ実験ケースでも応答特性が異なっていることが判明し た. 実橋は2自由度の状態に近いため、今回は2自由度で実験を行った.

#### 3-22自由度振動応答実験結果

迎角  $\alpha=0^\circ$ , +3°のねじれ応答図を図 3, 4 に示す.実験の結果,2自由度振動 応答実験ではすべてのケースでフラッターが発現した.迎角  $\alpha=0^\circ$ では,検査車レ ール L/4 点,桁端部のケースで低風速においてフラッターが発現し,迎角  $\alpha=+3^\circ$ では,さらに低風速において全ケースでフラッターが発現した.これより,五角



形断面桁は検査車レールの有無に関わらず,迎角α=0°より迎角α= +3°で耐風性が悪くなると考えられる.また最も耐風性が良好と見 られた基本断面(迎角α=0°)のケースでもフラッター発現風速は,換 算風速でVr≒9,実橋風速では約36m/sとなり,本研究が対象とす る橋梁の照査風速75.9m/sを満足していない.これは,表1に示す ように要求された模型所要値に対して,本実験では構造減衰率は 約1/10倍,極慣性モーメントは約1/3倍であった事が一つの原因 ではないかと考えられる.

## 4. 剥離干渉法を利用した断面形状

## 4-1 剥離干渉法

剥離干渉法とは、構造物の1次剥離点から発生する剥離流を1次剥離点背後 に設けた2次剥離点で干渉させることで流れを滑らかにし、非流線型の物体を 流れから見た場合に流線型となる状況を作り出し、振動の原因となる剥離渦の 生成を抑制するものである.

## 4-2 実験概要

上記の結果より五角形断面桁に検査車レールを設置すると、その特性が失われ、耐風性は好ましくないことが分かった。そこで本研究では、検査車レールを耐風性向上の一部材として利用することを考え、さらに五角形断面桁より経済性に優れた矩形断面桁(図 5)に着目した。実験ケースは、上面剥離干渉角βを五角形断面の場合と同様β=27°に固定し、幅員桁高比 B/D が B/D=4.0, 6.0, 8.0 の3 つの断面に対して、検査車レールの位置 p/D を p/D=0.2, 0.3, 0.4 と変化させて2自由度振動応答実験を行った。なお検査車レールによる下面剥離干渉角は、既往の研究で最も良好と見られた $\theta$ =30°に固定した。

### 4-32自由度振動応答実験結果

図 6, 7, 8 に B/D=4.0, 6.0, 8.0 のねじれ応答図を示す.実験の結果, B/D=6.0, 8.0 の断面では低風速においてソフトフラッターが発現したのに対して, B/D=4. 0 の断面では, p/D=0.3, 0.4 の 2 ケースで,高風速になるまでソフトフラッタ ーは発現しなかった.しかし,これらの 2 ケースでは,ハードフラッターの発 現が確認された.図 6 の p/D=0.3 のケースでは,その不安定なリミットサイク ルが,倍振幅で 2 φ = 2°付近に存在しているのに対して, p/D=0.4 のケースでは, 2 φ = 13°付近に存在していることから,今回行ったケースの中ではこの B/D=4.0, p/D=0.4 のケースが最も安定していると考えられる.

## <u>5. 結論</u>

本研究から,五角形断面桁に検査車レールを設置すると耐風性の低下が明ら かになった.しかし,剥離干渉法に基づき,検査車レールを耐風制振部材とし て矩形断面桁に設置することで,B/D=4.0, p/D=0.3, 0.4 の 2 ケースにおいて 高風速域になるまでソフトフラッターが発現しなかった.これにより,検査車 レールを耐風制振対策に利用した新たな橋梁桁断面への可能性を見ることが できた.

### <u>参考文献</u>

社団法人日本鋼構造協会,構造物の耐風工学,東京電機大学出版局, 1997

表1 構造諸元

	模型所要値	実験値
たわみ振動数(Hz)	0.58	2.1
ねじれ振動数(Hz)	2.22	4.5
振動数比	3.81	2.2
構造減衰率	0.02	0.002
極慣性モーメント(kg・m <sup>2</sup> /m)	0.046	0.016

