

流水を受ける桁の挙動に関する水理模型実験

東海旅客鉄道(株)

(正) ○ 庄司朋宏 (正) 中嶋 繁 (正) 鍛冶秀樹

パシフィックコンサルタンツ(株)(正) 浜口憲一郎(正) 坂入俊弘

1. はじめに

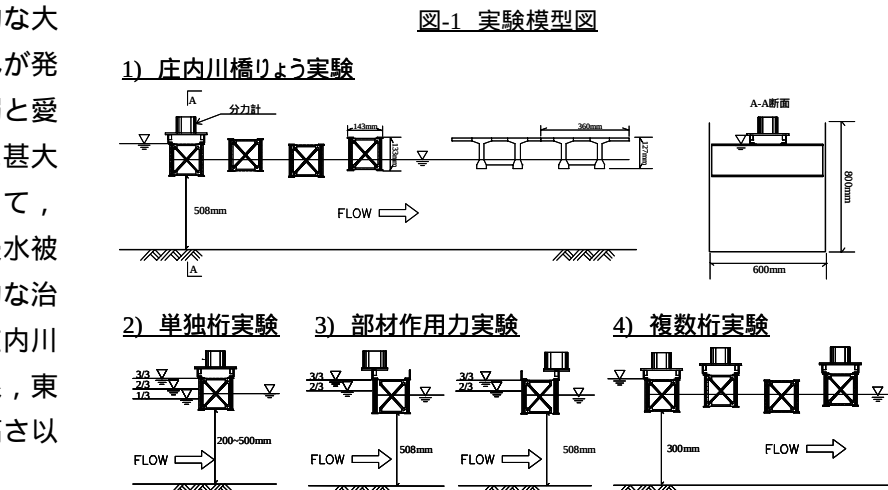
2000 年 9 月、東海地方に記録的な大雨が降り、市内河川の氾濫や崖崩れが発生した。国土交通省中部地方建設局と愛知県は、河川氾濫などの沿川地域に甚大な被害をだした庄内川と新川について、再度同様の降雨があった場合でも浸水被害を最小限にとどめるための一体的な治水対策事業を決定した。これは、庄内川と交差している東海道本線、稲沢線、東海道新幹線の 48 連の桁下が堤防高さ以下となる計画であった。

鉄道橋の設計では、桁に流水力が作用することを想定していないため、流水を受けた場合の桁の安全性を確認するためには流水力を評価する必要がある。本研究は、これら鉄道橋の桁が流水を受けた場合の挙動を水理模型実験により確認し、作用する流水力について評価した。

2. 実験の概要

図-1 に示すように、幅 600mm、高さ 800mm の直線水路に縮尺 1/15 で再現した橋桁模型を設置した。模型は庄内川に架設されている上路プレートガーダー(Gd)と PCt 桁 (Pct) を製作した。単位幅に作用する力を計測するための分力計を測定対象の桁に設置している。

実験は、1)庄内川橋りょうの縦断面を再現した庄内川橋りょう実験、2)上流水深と桁高等の影響を測定するための単独桁実験、3)上流側主桁と下流側主桁に作用する力を計測する部材作用力実験、4)複数桁による影響を計測する複数桁実験の4つを行なった。その他の実験条件を表-1に示す。



	構造形式 及び数量	流速 (m/s)	水没度	桁下水深 (m)
1) 庄内川橋りょう実験	Gd × 4 + Pct × 2	3.2 ~ 3.4	1/3, 2/3, 3/3	7.6
2) 単独桁実験	Gd × 1	1.0 ~ 3.2	3/3	3.0 ~ 7.5
3) 部材作用力実験	Gd × 1	2.3 ~ 3.2	2/3, 3/3	7.6
4) 複数桁実験	Gd × 1 ~ 4	1.9	3/3	4.5

表-1 実験内容と条件

3. 測定方法

作用力は、計画している流量において最上流桁の上流側主桁の水没度を調整した時点で 60 秒間計測した。最上流桁から 1000mm 上流に電磁流速計を設置して流速を計測した。

4. 実験結果と考察

1) 橋桁部に作用する力と流況

- ・橋桁上流部では、下部に潜り込もうとする流れが上流部材に衝突することで下流へ押す抗力と下向きに押す揚力として作用する。
- ・橋桁部が水没することによる流下障害により、橋桁上流水位が一様に上昇する。
- ・橋桁上流部表面では、桁に衝突した流れが上昇流となり表層回転渦が生じ、水面が局部的に上昇する。
- ・橋桁下部に潜り込んだ流れは、橋桁部材の間で剥離し、小規模な渦を形成する。
- ・下部に潜りこんだ流れは橋桁の下流部で上昇流として湧き上がる。そのため、橋桁下流水面は大きく揺動する。

キーワード： 流水，鉄道橋，抗力係数，フルード数

〒454 - 0815 名古屋市中川区長良町 1-1 TEL 052(363)7924 FAX 052(363)1501

- ・湧き上がった流れは橋桁下流での剥離渦により逆流が生じ、比較的大きな渦を形成する。逆流により、下流部部材には上流側に押す抗力が作用する。
- ・橋桁下部に潜り込む流れは、上流水深に対する橋桁高の比率及びフルード数 (Fd) に示される流況により異なるため、それが原因となって作用する抗力係数は変化するものと考えられる。
- ・流水力は時系列で振動している。これは、桁周辺の渦振動及び流速の変化によるものと考えられる。

2) 抗力係数

- ・図-1 から、庄内川橋りょうの状況を再現した場合、抗力係数は 2.0 程度であることがわかる。
- ・図-4 から、上流水深 / 橋桁高を増加させると抗力係数は低減していることがわかる。また、さらに増加させると 1.5 ~ 2.0 程度に収束することが考えられる。これは、上流水深が大きくなると水路断面の影響がなくなるために、一様な流れの中に置かれた物体の抗力係数 2.0 程度に近づくものとする。
- ・図-5 から、上流側主桁に作用する平均抗力係数と下流側主桁に作用する抗力係数の和は全体に作用する平均抗力係数とほぼ等しい。そのため、上流側主桁と下流側主桁間の部材には全体に作用する抗力 15% 程度割増の作用力が働いていると考えられる。
- ・桁の連数を変化させた場合、最上流桁の抗力係数は 2 連のとき最大となる。

3) 揚力係数

- ・図-2 から、庄内川橋りょうの状況を再現した場合、揚力係数は 0.9 程度であり下向きの力が作用することがわかる。
- ・桁下水深と揚力係数の関係は、渦の影響により大きく乱れる。特に上流水深 / 桁高が 0.25 のとき、大きく乱れる。
- ・桁の連数を変化させた場合、最上流桁の抗力係数は 1 連のとき最大となる。

5. ま と め

本実験において、流水を受ける桁に作用する流水力を評価する場合は、流況の影響を考慮する必要があることがわかった。これについては、桁下水深に関して整理することにより、流況と抗力係数の関係についての提案ができた。また、上流部材と下流部材の作用力を測定したことで、桁内部の部材に作用する力が、全体に作用する抗力より大きいことを確認することができた。さらに、計測条件を増やすことで結果の信頼性を高めることが必要であるとする。

参考文献 [1] 鉄道構造物等設計標準・同解説, コンクリート構造物, 鉄道総合技術研究所

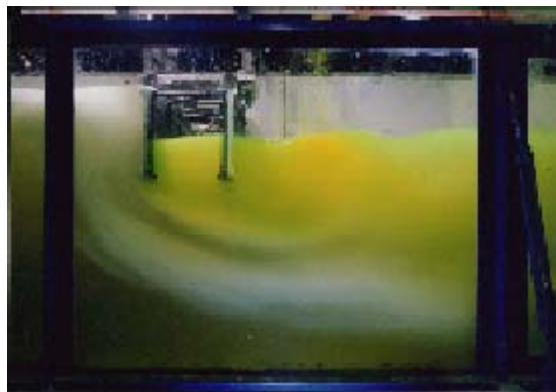


図-2 橋桁部まわりの流れの様子

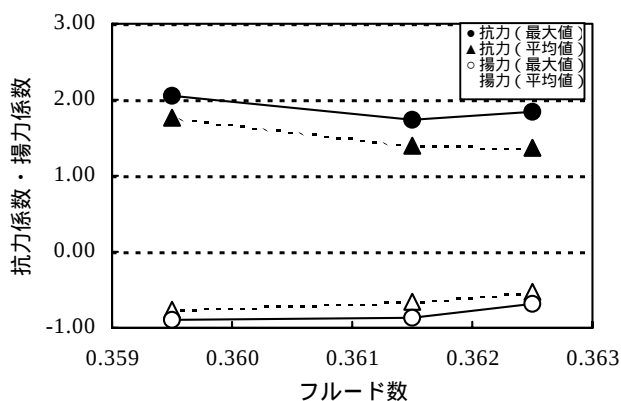


図-3 庄内川橋りょう実験

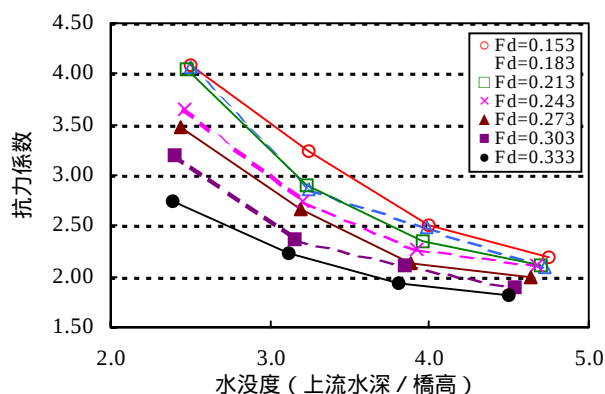


図-4 単独桁実験 (橋桁水深による影響)

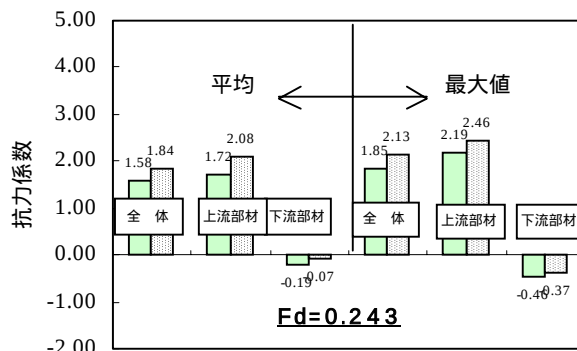


図-5 部材作用力実験