

## 洪水で流失した PC 桁橋の浮力の影響に関する考察

福岡大学 正員 ○渡辺 浩 セントラルコンサルタント 多賀 有未衣  
福岡大学 正員 下妻 達也 大隣 昭作

### 1. まえがき

インフラ整備とその防災対策が進んでいる今なお、大雨による橋梁の流失が発生している。令和2年7月の豪雨では、熊本県の球磨川本川で9の道路橋（下流から深水橋、坂本橋、鎌瀬橋、神瀬橋、大瀬橋、松本橋、相良橋、沖鶴橋、西瀬橋）が流失した。ただしそれらが存在する区間にあっても4橋（中谷橋、葉木橋、大野大橋、球磨橋）は流失を免れ、そのうちの2橋（中谷橋、球磨橋）については高欄に越流の痕跡があるものの流失していないことは興味深い。

このうち沖鶴橋は、橋長 179.4m、幅員 5.0m の PC 桁橋である。支間は 43.9m の 4 径間、各径間は桁長 44.8m のポストテンション方式 T 桁 3 本で構成されている。写真-1 はその流出直後の状況であるが、全径間が写真右側である下流方向に落下していることがわかる。

水位が桁下端の高さに達すると、写真-2 のように左右の G1 桁、G3 桁と端横桁により床下が閉鎖空間となる。さらに水位が上昇すればこの部分に起因する浮力も生じることになり、その空間が小さくないことを考慮すると、流失のメカニズムに影響を与えるほどの浮力が生じていた可能性が考えられる。そこで本稿では、沖鶴橋をモデルに水位と浮力の関係を求め、自重と比較することで、この橋が浮く可能性があったのかにつ

いて考察する。

### 2. 沖鶴橋の状況と計算の前提

沖鶴橋は、付近の河川改修に際し従来の橋長約 110m から 180m の橋として 1983 年に架け替えられた。桁下端は堤防天端より高い位置であったものの、ピーク時の水位は堤防を越えており、流れの影響を受けたと見られる。ただし全径間が流失したため、水位がどこまでであったかを示す痕跡は残っていない。

検討は4径間のうち中央に位置する1径間を対象とした。この径間の主桁は縦横断勾配のない水平に設置されていた。隣接径間とは端横桁に設けられた桁間連結鋼棒で繋がっていたが、流出する状況においてはどの主桁も同様の挙動をしていたものと考えられるため、この影響を無視した。

この径間について PC 桁、地覆、舗装の体積と高欄から求めた自重は 4,613kN であった。ただし舗装は縦断勾配の調整のため等厚でなかったことから、平均厚さとした。

浮力は、水没する部分の体積から求めた。その大きさは水位に比例するが、水平投影面面積が床板部下面、舗装上面等で変化するため、比例定数も変化する。

アンカーボルトは両支点部にそれぞれ8本が設置されていたが、地震時などにおける鉛直力を負担できる仕様ではなかったため無視した。



写真-1 沖鶴橋の全景



写真-2 桁端部の様子

キーワード：球磨川，PC 桁橋，洪水，流失，浮力

連絡先：814-0180 福岡市城南区七隈 8-19-1 Tel:092-871-6631 mailto:mag@fukuoka-u.ac.jp

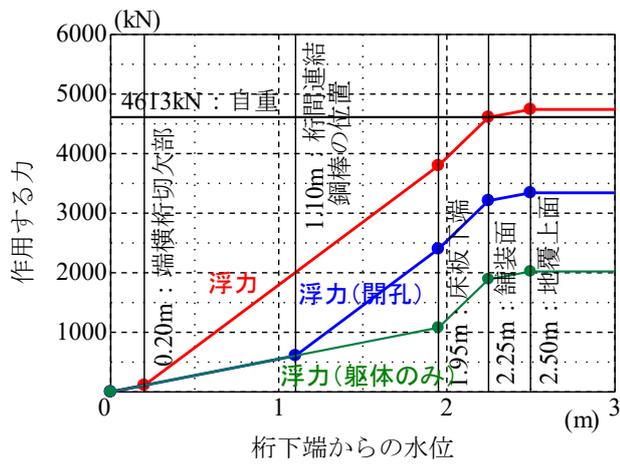


図-1 水位と作用する力



写真-3 橋脚上のアンカーボルトの様子  
(右が下流側)

### 3. 水位と作用する力の関係

図-1 は、水位と作用する力の関係を示したものである。浮力が自重の 4613kN を超えると浮き上がることになる。これに対して水位と浮力の関係を図-1 の赤線「浮力」で示す。図中の 4 箇所折れ曲がっているのは、水平投影面面積が変化しているためである。これによると、水位が 2.30m すなわち舗装面のやや上あたりに達すればこの橋は浮き上がる。

このように、鋼桁橋に比べて重い PC 桁橋であっても水没することで浮く可能性があることがわかる。ただしこの現象は鋼桁橋では生じない PC 桁橋の特徴であると言える。というのも鋼桁では桁端部は開放された構造になっており、空気が溜まることによる浮力は生じないからである。

写真-3 には橋脚上のアンカーボルトが示されている。下流側上流側のいずれも根元から下流側に曲がっている。これは、浮き上がったところで流れにより下流側に押されたということで説明できる。

ところで、この橋では桁間連結鋼棒を設置するため桁下端から 1.1m の位置の端横桁に孔が開けられている。この孔から排気できたと考えればその位置よりも下の部分で生じる浮力はなくなる。これを考慮して浮力を求めたのが図-1 の青線「浮力(開孔)」である。この場合浮力を 30%低減でき、完全に水没しても浮き上がることはないことがわかる。アンカープレート等があることから実際に排気できたか、十分な排気能力があったかは不明であるが、もし排気口を設けるならばなるべく高い位置とすれば浮力は躯体自身による図-

1 の緑線「浮力(躯体のみ)」まで小さくすることができる。

このことについて、支間と幅員が異なる場合についておおまかに考えてみる。もし支間が半分の場合、曲げモーメントが 1/4 になることから桁高は約 1/2 に抑えられる。よって浮力は 1/4 となるが、桁自重も 1/4 となるため桁が浮き上がるというこの傾向は変わらない。また幅員が倍になった場合、床下の面積も浮力も 2 倍になるが、桁数も倍増するためやはり傾向は変わらない。つまりこの傾向は、支間や幅員によらずどのような諸元でも生じうると言える。

### 4. まとめ

本稿では、同構造としては比較的長支間となる約 44m の PC 桁橋について、水没により浮き上がる可能性があるかについて検討した。その結果、以下のことがわかった。

- PC 桁橋は、水没することで浮き上がる可能性がある。
- これは支間長や幅員にかかわらず生じうるものである。
- 浮力を軽減するには、端横桁に通気口を設けるとよい。

なお、本検討では流れの力による検討は行っていないが、浮力により見かけの自重が低減すると、流れによる滑動や回転が生じやすくなることが考えられる。この動きに浮力がどのように影響するかは今後検討していく。