

R C 中空床版橋におけるボイド管上部床版厚の減少による 応力性状と耐荷機構の変化等の検討

(株) 復建技術コンサルタント 構造技術部 ○飯土井 剛 平野 至史
国土交通省関東地方整備局関東技術事務所 窪田 光作 高橋 晃浩

1. はじめに

近年、ボイド管上部の床版厚が薄い R C 中空床版橋で床版の抜け落ち事故が発生している。その後の非破壊調査では、現行の道路橋示方書で規定するボイド管上部の最小床版厚が 15cm を下回る橋梁が確認されているものの、これらの局所的にボイド管上部の床版厚が不足する R C 中空床版橋については、現状では耐荷力の照査方法が明確となっていない。本稿では、床版耐荷力照査方法の検討の一環として、ボイド管上の床版厚が薄くなると応力性状や耐荷機構がどのように変化するか等について検討を行った概要を報告するものである。

2. ボイド管上部床版の応力性状

参考文献 1)2)3)によると中空床版橋のボイド管上部の床版は、通常の床版の荷重伝達機構とは異なり、ボイド管の真上に作用する荷重に対してはアーチ作用によって力が左右に伝達されるアーチアクションとして挙動するとされている(図-1)。また、参考文献 4)では、中空床版橋の上フランジの設計として、片持梁の設計方法が示されている。

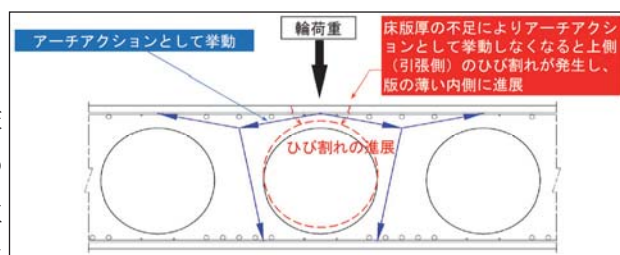


図-1. 床版の耐荷機構と想定されるひびわれの発生

3. FEM解析条件

床版断面を図-2のようにモデル化した2次元FEM解析により検討した。FEM解析では、コンクリート強度は 24N/mm^2 (弾性係数 $E_c=2.5 \times 10^4\text{N/mm}^2$, ポアソン比 $\gamma_c=0.2$) とし、線形材料としてモデル化した。なお、鉄筋や鋼製ボイド管(型枠)の剛性や床版橋の自重は今回の解析では考慮していない。

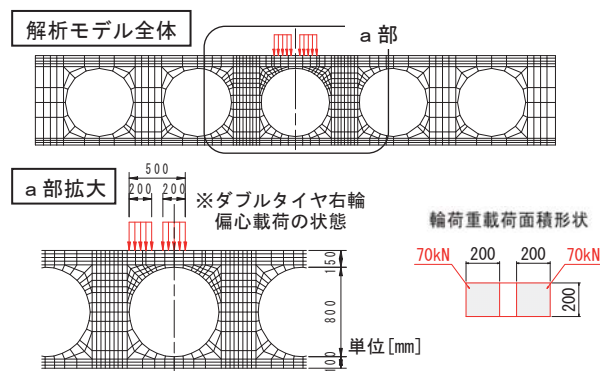


図-2. FEM解析モデル(φ800mmのモデル)

ボイド管上部床版厚は、150mm から 60mm まで変化させボイド管径はφ600, 800, 1000mmの3種類で検討を行った。作用荷重は衝撃を考慮したT荷重($100\text{kN} \times 1.4$ (衝撃)= 140kN)とし、ダブルタイヤ、及びシングルタイヤの、各々ボイド管中心載荷と偏心載荷のパターンを想定した。なお、解析モデルの奥行き(橋軸)方向には分布幅は考慮していない。

4. 解析結果ー1：ボイド管上部の床版厚の減少による応力性状と耐荷機構の変化

図-5～6に応力が最も厳しいダブルタイヤ右輪偏心載荷時の床版厚 150mm, 60mm(φ800mm)の結果を示す。なお、本稿では発生応力の状態を解り易くするため、便宜的に許容応力度と対比する形で表現した。

- ・ボイド管中心上の床版下面側(図-5, 6中のAの部位)と、ボイド管中心から離れた床版上面側(図-5, 6中のBの部位)においてコンクリートの許容引張応力度(-1.91N/mm^2)を上回る引張応力度が発生し、床版厚の減少に伴い応力度がさらに増加する。
- ・ボイド管中心上の床版上面側(図-5, 6中のCの部位)は圧縮状態となっており、床版厚が減少することで圧縮応力度も増加し、床版厚 60mm のケースでは、コンクリートの許容曲げ圧縮応力度(8.0N/mm^2)を上回る応力度が発生する。

以上のようなことから、床版厚が薄くなった状態(特に、浮き上がったボイド管が床版鉄筋にあたる無筋コ

ンクリートのような状態)では、ボイド管中心上の床版部位(図-5, 6 中の **A C** の部位)では、下面側の引張応力度と上面側の圧縮応力度が共に同時期に許容値を超過することから、この部位で床版が離間する可能性が高いと考えられる。この部位が離間した場合は、アーチアクションとしての挙動が期待できず、参考文献 4) に示されるように、ボイド管中心から離れた床版上側(図-5, 6 中の **B** の部位)が支点となる片持梁として挙動するものと思われる。

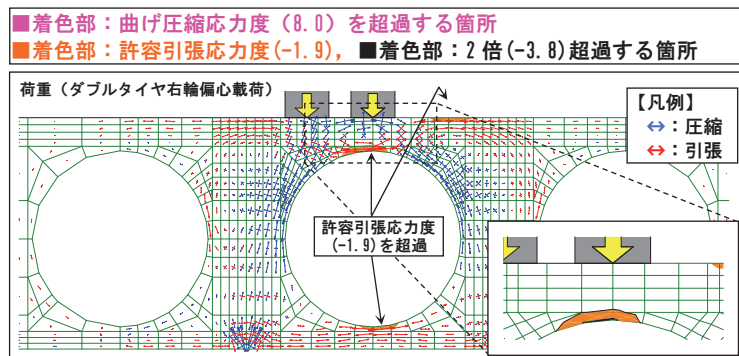


図-3.解析結果(主応力方向図: ϕ 800mm, 床版厚 150mm)

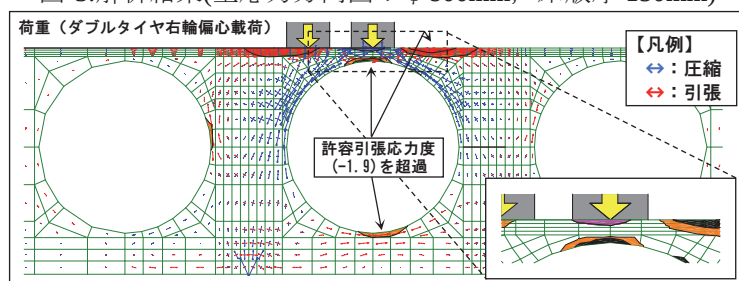


図-4.解析結果(主応力方向図: ϕ 800mm, 床版厚 60mm)

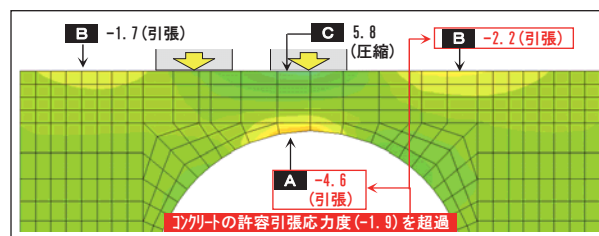


図-5.解析結果(ϕ 800mm, 床版厚 150mm)

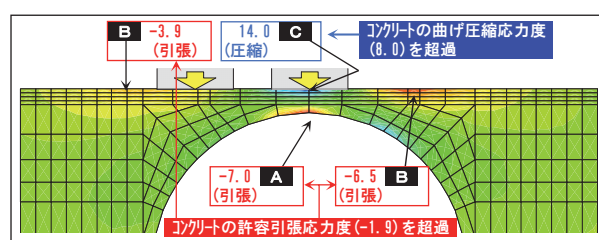


図-6.解析結果(ϕ 800mm, 床版厚 60mm)

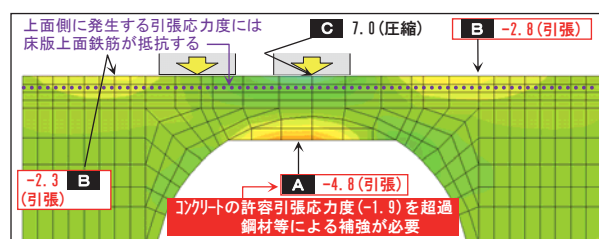


図-7.補修断面解析結果
(ϕ 800mm, 床版厚 100mm を 160mm に補修)

5. 解析結果－2：補修を想定した応力状態

図-7 に局所的にボイド管上部の床版厚が不足する箇所を補修するために、ボイド管上部を一部カットして床版を水平に増厚した断面形状をモデル化し解析を行った結果を示す。

一例として、ボイド管上の最小床版厚が 100mm であったものを、ボイド管上部をカットして 160mm に増厚した補修後の状態を図-7 に示す。A の部位に許容引張応力度を越える応力が作用するため、ボイド管上の床版に、鋼材等による補強が必要となると思われる (C の部分の圧縮応力度は許容値以内に収まっている)。

6. まとめ

今回の検討では、便宜的に許容応力度と対比する形で表現したが、ボイド管上の床版厚が薄くなると、参考文献 4) に示されるように、ボイド管中心上の床版が離間し、床版上側(図-5, 6 中の **B** の部位)が支点となる片持梁として挙動すると推察された。また、従来基準で適正な状態(床版厚 150mm)でもボイド管上の床版に引張応力が生じることから、そもそも、その定量的評価に課題(耐荷力・耐久性の両面で具体的な許容限度やその根拠を明らかにする必要性)があると思われる。

本稿に示した成果は、国土交通省関東地方整備局関東技術事務所発注「H 2 8 中空床版橋調査業務」成果に関する補完検討の一部である。

参考文献

- 1) Emil Mörsch, Brücken aus Stahlbeton und Spannbeton, pp.23, 1958
- 2) 横道英雄, 土木学会監修 コンクリート橋, (株)技報堂, pp.197, 1962
- 3) 西山啓伸, 土木学会編 新体系土木工学 43 橋梁上部構造(III), 技報堂出版(株), pp.101, 1980
- 4) L.A.CLARK, 新しい英国基準 BS5400 によるコンクリート橋の設計, (株)国民科学社, pp.297, 1984