※記事・写真等は、（公社）土木学会の許諾を得て転載しています。
記事、画像等の無断転載は一切お断りします。

局所的に上床版厚が不足するＲＣ中空床版橋の床版耐荷力の照査方法等についての検討報告

株式会社　復建技術コンサルタント　正会員　○飯土井　剛　唐木　正史　平野　至史
国土交通省関東地方整備局関東技術事務所　非会員　窪田　光作　高橋　晃浩　落合　良隆

１．目的

国土交通省関東地方整備局が管理する中空床版橋について，路面陥没を予防するため車載式電磁波レーダーによりボイド管上部のかぶり厚不足を調査した結果，現行の道路橋示方書で規定するボイド管上部の最小かぶり厚15cm 未満の橋梁が確認された．これらの局所的にボイド管上部の床版厚が不足するＲＣ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でないことから，今回，床版耐荷力の照査方法等について検討を行ったので，その概要を報告するものである．

２．ボイド管上部の床版の耐荷機構

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).

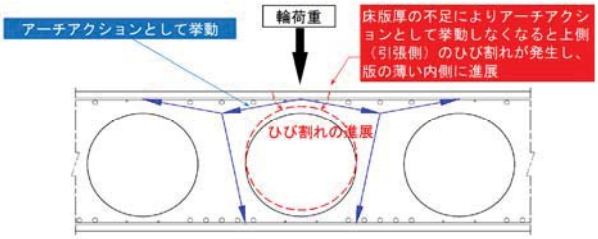

図-1.床版の耐荷機構と想定されるひびわれの発生

しかし，ボイド管の浮き上がりに伴い薄くなった床版でのアーチアクションを期待することは危険側になる可能性があり，また，輪荷重による載荷幅と断面の耐荷機構からは，アーチ機構の形成や十分な厚さのある版の場合の押し抜きせん断破壊を前提とすることは実態と乖離すると考えられる．例えば参考文献[4)]で，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のはこのような考え方に沿ったものである．

以上のことから，ボイド管中心上側の最小厚の床版部が離間し，ボイド管中心から離れた場所に支点がある片持梁のような挙動を想定して耐荷力を照査するものとした．

３．局所的に上床版厚が不足するＲＣ中空床版橋の床版耐荷力の照査

（1）床版耐荷力の照査方法

図-2 に示すモデルを想定し，片持梁に作用する引張曲げモーメント(上側)とせん断力について耐荷力を照査することとした．なお，曲げモーメントに対しては，上側引張鉄筋の弾性限界（降伏応力度）から耐荷力を照査するものとし，照査位置は，トライアル計算により応力状態が最も厳しいクリティカル位置を求め，その際に，梁の高さ H／張出長さ L＞1.0 となる場合はコーベルとして照査した．

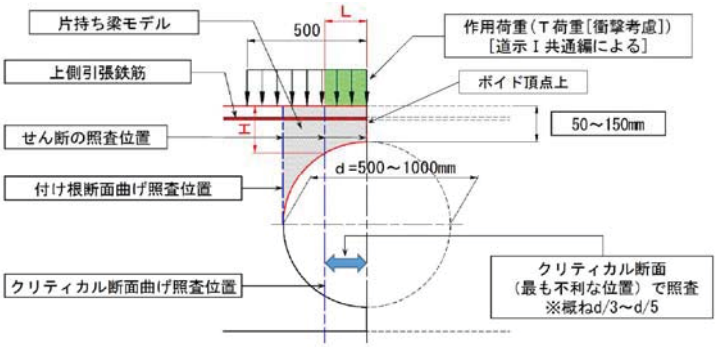

図-2.片持梁の試算モデル

せん断力に対しては，コンクリートがせん断破壊する限界点(平均せん断応力度の最大値)で耐荷力を照査するものとし，照査位置は片持梁付根，曲げモーメントに対するクリティカル位置，床版厚さが最も薄いボイド管中心上側の最小厚の床版部とした．ただし，連続中空床版橋の負曲げ領域内でボイドの浮き上がりが確認された場合は，主桁の構造耐荷力も減少している可能性があるため，主桁としての耐荷力の検討も必要と考えられる．

（2）床版耐荷力の試算結果

床版耐荷力の試算はＲＣ中空床版橋のボイド径φ500～1000mm について行い，試算条件は安全側に見積り，図-3 枠内に記載のとおりとした．なお，ボイド管が浮き上がって上側の引張鉄筋と干渉し，断面の上側(引張側)にか

キーワード　橋梁補修、中空床版橋、ボイド管上部かぶり厚不足、耐荷力
連絡先　〒980-0012 仙台市青葉区錦町一丁目 7 番 25 号　株式会社 復建技術コンサルタント TEL:022-217-2033

ぶりがない(無筋コンクリート)状態(この場合の床版厚は約 60mm)については，もともと耐荷力が期待できないものとした．今回の試算において耐荷力が確保できるボイド管上部の床版厚は，片持梁の引張曲げモーメント(上側)に対する鉄筋降伏応力度による照査結果(図-3)では，ボイド径 1000mm(500mm)で約 115mm(約 60mm)以上，せん断力に対するコンクリートの平均せん断応力度の最大値(限界値)による照査結果(図-4)では，ボイド径 1000mm(500mm)で約 100mm(約 75mm)以上が必要となった．

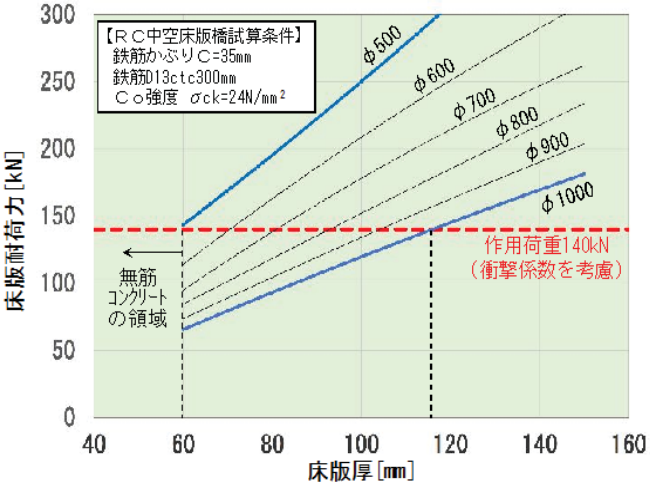

図-3.曲げモーメントに対する試算例
(鉄筋降伏応力度)

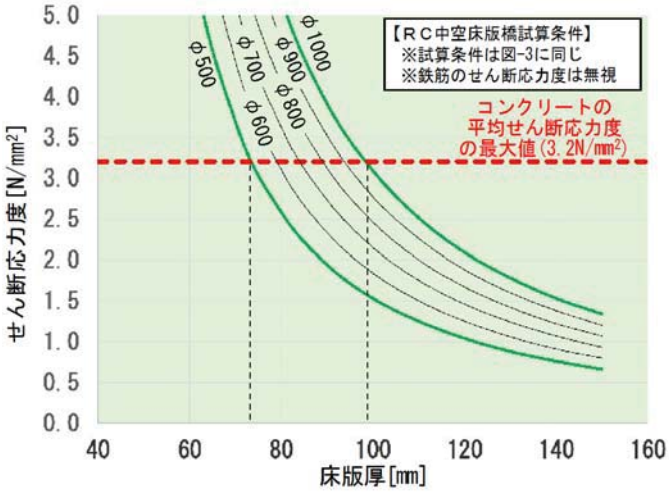

図-4.せん断力に対する試算例
(平均せん断応力度の最大値(限界値))
※ボイド管中心上側の最小厚部での試算結果

(3) 補修の必要性の判断

当面，補修の必要性については，上記(1)(2)の照査方法・試算結果も参考に，レーダー探査結果の精度や，各橋梁の構造・交通状況・損傷状況等を勘案し，道路管理者が個別の橋毎に総合的に検討の上で判断する必要がある．なお，すでに床版上面にひびわれが生じている場合には，その部位や性状によっては影響が生じている恐れがあるため，すみやかに床版上面のひびわれ等の状態をよく調査して検討に反映することが必要である．

４．舗装を撤去しての詳細調査や補修工事において求められる対応

以下のような情報の蓄積・共有により，中空床版橋の同様の問題に対する診断レベルの向上に寄与するものと考えられる．

・レーダー探査結果と実際のボイド管上部の床版厚との比較によるレーダー探査精度の把握．

・路面のひびわれや，舗装撤去時の床版上面のひびわれや，その他の異常発生状況の調査・記録．

５．まとめ

今回は，局所的に上床版厚が不足するＲＣ中空床版橋について，補修の必要性を判断する上でのひとつの目安として，床版耐荷力の照査方法とモデルケースでの必要床版厚(試算結果)について検討した．しかし，今回の検討結果はあくまでも概略の試算であり，厳密な検討を行うのであれば，調査・検討に時間・費用を要するものの，静的試験や繰返し載荷試験等により耐荷力式を設定し評価する必要がある．また，ＦＥＭにより，どのような状況ではアーチ効果があるか等，状況と挙動の関係を把握するといった補完検討も望まれる．

本報告は，国土交通省関東地方整備局関東技術事務所発注「Ｈ２８中空床版橋調査業務」で得た業務委託成果の一部である．また，今回の検討にあたり，技術的助言を頂いた国土交通省国土技術政策総合研究所，国立研究開発法人土木研究所構造物メンテナンス研究センター(CAESER)の皆様に，この場を借りて感謝申し上げる．

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