

中空床版橋の主版上縁側の応力性状に関する解析的検討

(株)オリエンタルコンサルタンツ (正) ○水田 崇志, 同左 杉本 記載, 同左 (正) 原田 健彦
国土交通省 国土技術政策総合研究所 猪狩 名人, 同左 (正) 白戸 真大

1. まえがき

近年, RC, PC 問わずコンクリート中空床版橋の舗装のポットホールやボイド上面の土砂化が顕在する事象が見られる. この変状は, ボイドの浮き上がりの施工時の問題や輪荷重の繰り返し作用の影響が考えられる. そこで本検討では, 中空床版橋の効率的な維持管理に役立てる基礎データを得ることを目的としてボイドの径, 間隔, かぶり厚をパラメータとした断面形状の輪荷重作用下の応力伝達機構や主版上縁側のコンクリートの応力状態, 破壊しやすい断面の部位を弾性 FEM 解析により検討した.

2. 検討概要

図 1 のようにボイド上面に輪荷重が作用すると載荷点からウェブにアーチあるいはストラット・タイの圧縮応力場が形成され, この耐荷機構により中空床版橋の断面は高い抵抗力を有すると考えられる¹⁾. この圧縮応力場はボイドかぶり厚 h_1 , ウェブ幅 d_2 , ボイド径 D 等が影響すると考えられ, 表 1 に示すようにパラメータとして検討を実施した. また, 解析モデルはコンクリートをシェル要素, 鉄筋を線要素として上面鉄筋のみに考慮した. コンクリートは $\sigma_{ck}=24\text{N/mm}^2$, 弾性係数 $E_c=2.50\times 10^4\text{N/mm}^2$, ポアソン比 $\nu=1/6$, 鉄筋は SD345, $E_s=2.00\times 10^5\text{N/mm}^2$, ポアソン比 $\nu=3/10$, 断面積 $A_s=506.8\text{mm}^2/0.5\text{m}$ (D13ctc125) としている. 図 2 に代表としてケース 1 の解析検討断面および載荷方法を示す. 支持条件は, 床版下面を桁のたわみから算定したバネ支持 ($K=71,900\text{N/mm}$) とした.

3. 解析結果と評価

3.1 ボイド径の影響 (ケース 1~3)

表 2 に示す各断面の最小主応力より, 輪荷重からコンクリートへの応力伝達機構はストラット & タイのトラス機構に近い傾向にある. 図 3 に示すようにこの圧縮ストラットは, ボイド径が小さいほど直線的に下方に向かい, ボイド径が大きくなるとボイドを避けて下方に向かい, その一部は上方に向かう. また, 最大主応力分布から, 載荷範囲外側の主版上縁に引張応力が生じ, この傾向はボイド径が大きいほど顕著になる (黒丸囲み部). 最大・最小主応力は, ボイド上面の引張応力が卓越する. 載荷点の両隣のボイド側面に生じる引張応力は, 圧縮ストラットが両隣のボイドを変形させることで生じる応力と推察され, ボイド径が大きいほど増加傾向がみられる.

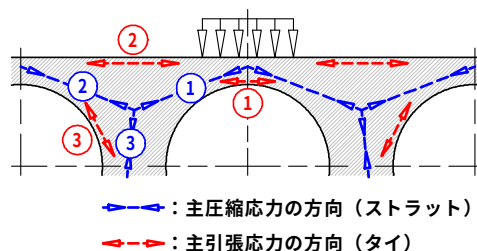


図 1 ストラット・タイの概念図

表 1 解析検討ケース (単位: m)

ケース		1	2※	3	4	5
ボイド径	D	0.50	0.70	0.90	0.70	0.70
桁高	h_0	0.80	1.00	1.20	1.00	1.00
ボイド間隔	d	0.70	0.90	1.10	0.90	0.90
主版幅	b_0	3.90	4.90	5.90	4.90	5.30
ボイドかぶり	h_1	0.15	0.15	0.15	0.10	0.15
ウェブ厚	d_2	0.20	0.20	0.20	0.20	0.30
載荷幅	b_1	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50

※ケース 2; 基本断面

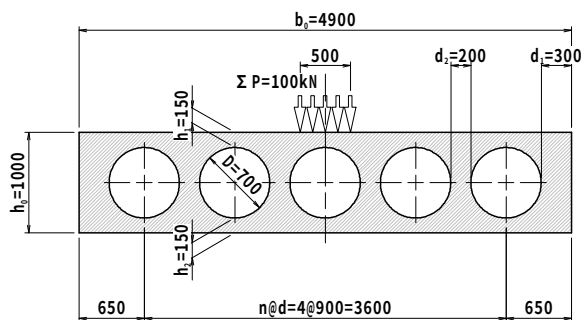
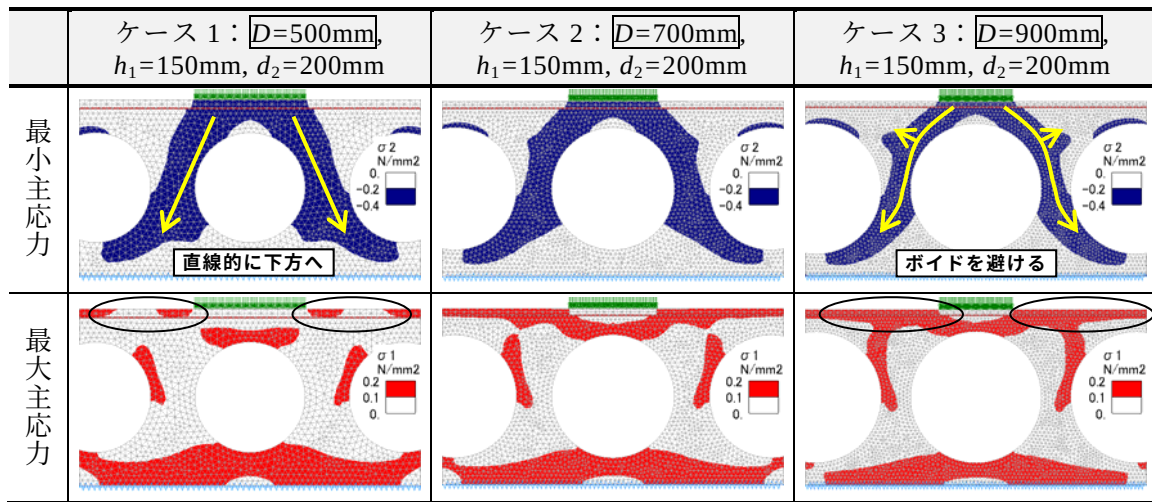


図 2 解析断面と載荷方法 (代表: ケース 2)

キーワード: コンクリート中空床版橋, 輪荷重, ストラット・タイ, 2次元弾性有限要素解析

連絡先: 〒530-0005 大阪市北区中之島 3-2-18 Tel: 06-6479-2137 Fax: 06-6479-0506

表2 ボイド径に着目した解析結果総括



3.2 ボイド配置の影響(ボイドかぶり, 間隔(ウェブ厚))

表3に示す最小主応力分布から, ボイドかぶり h_1 およびウェブ厚 d_2 が大きいほど圧縮ストラットが直線的に主版下縁に向かう傾向がある. また, ボイドかぶり h_1 の小さい方が載荷範囲外側の主版上縁の引張応力度が大きくなる傾向が見られ, 両隣ボイド側面の引張応力度はボイドかぶり h_1 が小さいほど大きく, ウェブ厚 d_2 が大きいほど小さくなる.

これより, ボイドかぶりが薄い場合には, 圧縮ストラットの形成が乱れ, タイ材としての上縁コンクリートに高い引張応力が生じる.

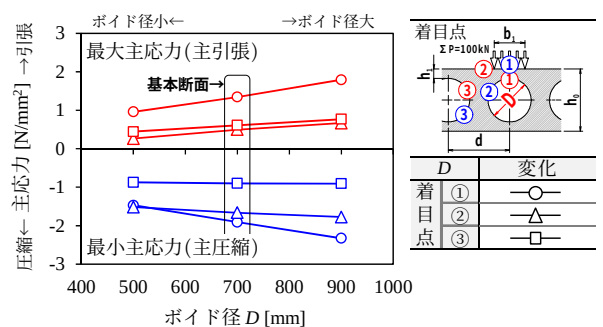
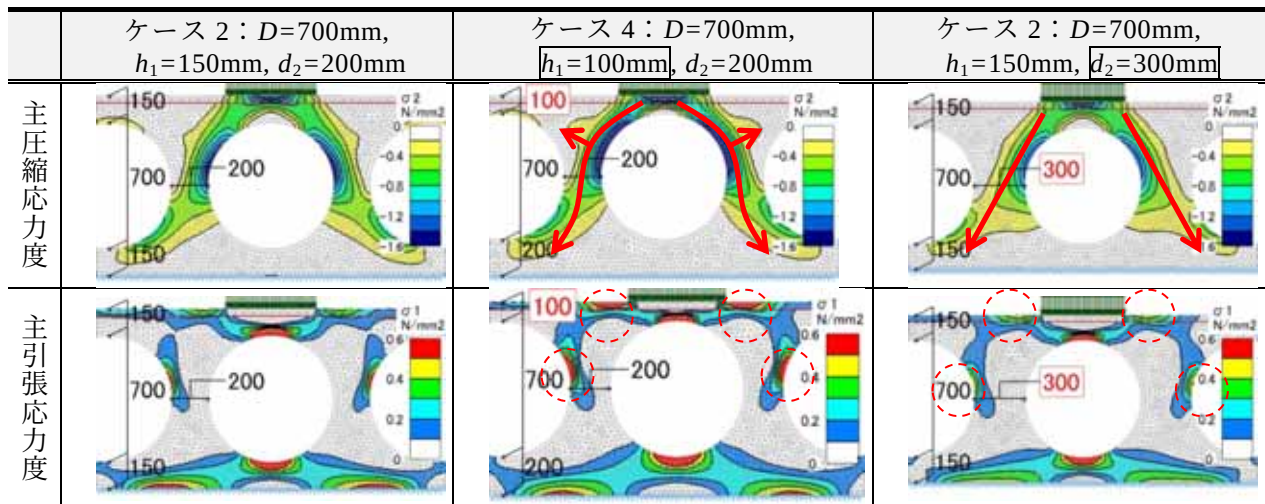


図3 着目点の主応力とボイド径の関係

表3 ボイド配置に着目した解析結果総括



4. むすび

RC 中空床版橋の主版上面の土砂化, 疲労劣化等に着目し, その損傷メカニズムを定性的に評価した. また, 耐力や疲労性状に影響するストラット・タイの形成にはボイドかぶりやボイド間隔, ボイド径等の要因が影響する. これらの結果は, 新設橋では耐荷力や耐疲労耐久性の向上させる計画や, 維持管理上においても個々の要因が既知であれば, 疲労や損傷メカニズムの判断材料, さらに, 補修・補強の優先順位付けにも役立つものとする.

参考文献 1) 例えば, 高速自動車国道設計要領, 日本道路公団, S39.10.