

ポータルラーメン橋の橋台背面への流入水の浸透解析

JIP テクノサイエンス(株) 正会員 ○竹原 和夫
復建調査設計(株) 正会員 岩崎 信正
復建調査設計(株) 非会員 津田 佳明
大阪工業大学 フェロー 栗田 章光

1. はじめに

ポータルラーメン橋(以下、PRB)は、桁と橋台が剛結されているため、温度変化による桁の伸縮移動に伴い橋台にも水平移動が生じる。また、橋台背面の裏込土は、橋台の移動および降雨時の浸水によって、沈下、空隙および洗掘などの損傷が懸念される¹⁾。PRBにおける橋台の設計では、橋台背面の地盤抵抗を期待するため、背面地盤の抵抗が確実に発揮できる構造とする必要があり、特に、裏込土の損傷を防止するための排水対策には十分留意する必要がある²⁾。本文は、PRBの橋台背面への流入水について2次元FE解析による浸透解析を行い、橋台背面への流入水の流れ方、排水対策工の有効性および踏掛版損傷時の流入状況などの検討結果を報告する。

2. 解析モデルおよび条件

解析モデルは、図-1のとおりPRBの橋台堅壁および裏込土²⁾の範囲とする。降雨の範囲は、図-1の裏込土の範囲としてL=20mとする。降雨強度は、90mm/h(近畿地区平野部³⁾)とし、橋台背面への流入量は路面ひび割れ等から浸入する量として降雨強度の10%と仮定した。本検討では、PLAXIS 2D 2012による2次元定常浸透解析を実施した。解析メッシュ図は、図-2に示すとおり橋台裏込土は密にした。検討ケースは、表-1のとおり排水対策および踏掛版損傷の有無とする。裏込土および排水対策工の透水係数は表-2に示す。なお、本検討では、裏込土以外の土の透水係数は、橋台背面では道路横断方向にも自然排水されることから、全て裏込土と同じ値とした。自由地下水位面は、図-1に示すとおりフーチング上面とした。

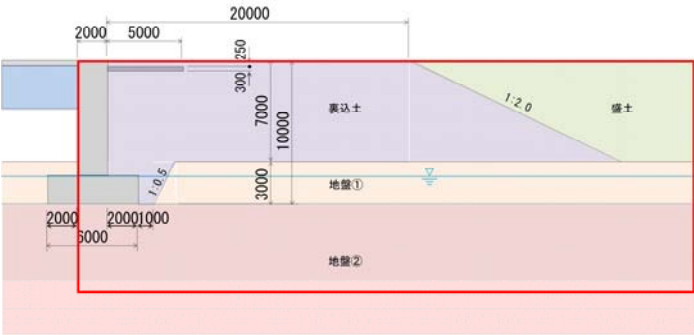


図-1 解析モデル(赤枠が解析範囲)

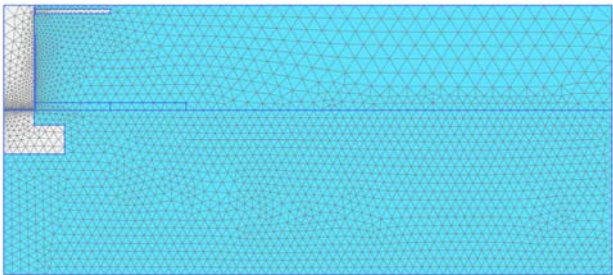


図-2 解析メッシュ図

表-1 検討ケース

	水抜パイプ	裏面透水性材	地下排水工	踏掛版損傷
Case-1	×	×	×	なし
Case-2	○	×	×	なし
Case-3	○	○	×	なし
Case-4	○	×	○ (L=5m)	なし
Case-5	○	×	○ (L=10m)	なし
Case-6	○	×	×	あり

表-2 透水係数⁴⁾

	透水係数	備考
裏込土	1×10^{-3} cm/sec	透水性が高い良質土 (一般値 $1 \times 10^{-3} \sim 1 \times 10^{-5}$)
裏面透水性材	1×10^{-1} cm/sec	プラスチック網状マット成形品 (参考値 パーカルトレン材)
地下排水工	1×10^{-2} cm/sec	単粒度砕石 (参考値 $0.1 \sim 1 \times 10^{-3}$:砂)

キーワード ポータルラーメン橋、橋台背面、裏込土、損傷、浸透解析、2次元FE解析

連絡先 〒103-0025 東京都中央区日本橋茅場町 1-2-5 JIP テクノサイエンス(株) TEL:03-5614-3204

3. 解析結果および考察

解析結果は、図-3 から図-8 に示すとおり、橋台背面が無対策の Case-1、排水対策工を設置した Case-2 から Case-5 および踏掛版付け根部が損傷した Case-6 の浸透流矢線図の拡大図をそれぞれ示す。

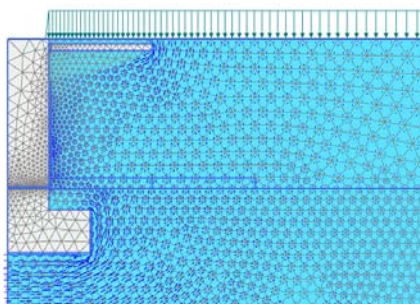


図-3 浸透流矢線図 (Case-1)

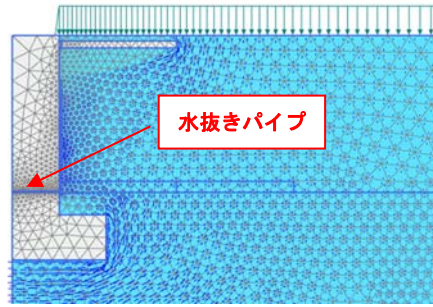


図-4 浸透流矢線図 (Case-2)

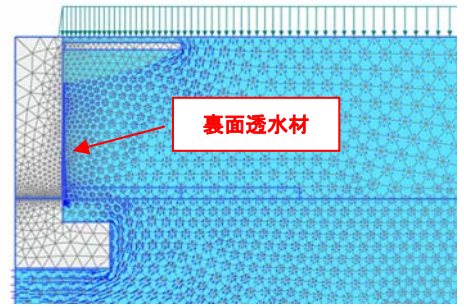


図-5 浸透流矢線図 (Case-3)

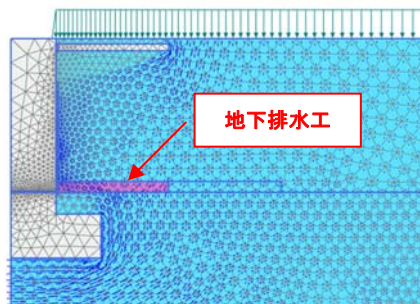


図-6 浸透流矢線図 (Case-4)

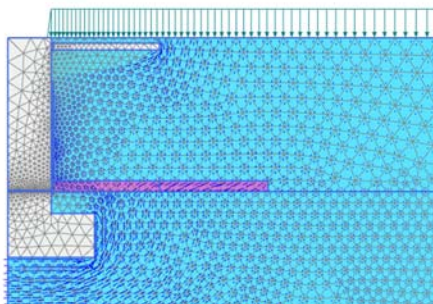


図-7 浸透流矢線図 (Case-5)

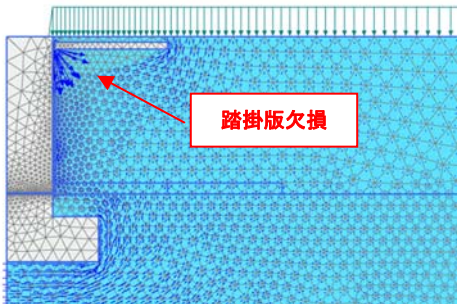


図-8 浸透流矢線図 (Case-6)

図-3 に示す無対策の Case-1 に対し、水抜パイプのみを設置した図-4 では、水抜パイプから排水しているものの橋台背面の流入水を有効に導水していない。これは、PRB の裏込土には透水性の高い砂質土を用いる²⁾ため、水抜パイプのみでは水平方向への流入水の導水が困難であり、鉛直方向に流下してしまうためと考えられる。図-5 の堅壁背面に裏面透水性材を設置したケースでは、流入水の多くが裏面透水性材を鉛直に流下していることが分かる。これは、「水」は鉛直方向に流下しやすいため、鉛直に設置した透水性材が有効に機能していることを示している。図-6 は、地下排水工を設置したケースであり、流入水が水平に設置した地下排水材を鉛直に通り抜けていることが分かる。これは流水の方向性に加え、裏込土に透水係数が高い土を使用したことにも起因する。したがって、地下排水工を設置する場合は、流入水が鉛直方向に抜けないように地下排水工の下面に防水シートなどの不透水層を設けることが有効と考えられる。なお、地下排水工を長くした図-7 においてもその有効性は確認できない。図-8 は、踏掛版付け根部が損傷したケースであり、図-8 に示すとおり損傷部から橋台背面への流入が著しいことがわかる。したがって、PRB では、踏掛版付け根部の損傷が多く報告³⁾されていることから、裏面透水性材の設置等の十分な予防対策が重要である。なお、本検討は 2 次元解析のためフーチング以深への鉛直方向の流下は、道路横断方向への自然排水を示している。

4. 結論

PRB における橋台背面の流水状況について、FE 解析を実施した結果、得られた結論は以下のとおりである。

- (1) 橋台背面の排水対策は、鉛直方向に設置する裏面透水性材が有効である。
- (2) 地下排水工を設置する場合は、地下排水工の下面に不透水層を設置することが望ましい。
- (3) 踏掛版が損傷した場合、橋台堅壁と裏込土との境界部への流入水が増加するため、裏面透水性材の設置とともに堅壁と踏掛版の接続部に防水シートを敷設する等の予防対策が有効である。

【参考文献】

- 1) 岩崎信正, 新平信幸, 竹原和夫, 大山理, 栗田章光: インテグラルアバット橋に適したアプローチスラブの研究, 構造工学論文集, Vol.59A, pp.252-260, 2013.3
- 2) (社)日本道路協会: 道路橋示方書・同解説 IV 下部構造編, 2012.3
- 3) 近畿地方整備局: 設計便覧(案)第3編 道路編, 平成24年版
- 4) (社)全日本建設技術協会: 土木工事仮設計画ガイドブック(II), 2001.10