

既設橋台荷重軽減対策としての気泡混合軽量土の有効性に関する解析的検討

大成建設（株）土木技術研究所 正会員 ○川井俊介 堀越研一
 日本道路公団 試験研究所 正会員 稲垣太浩 長尾和之
 川崎地質（株） 正会員 三嶋信雄
 東京工業大学 正会員 太田秀樹

1. はじめに

筆者らは厚い軟弱粘土地盤上に構築された既設橋台を対象に、橋台背面盛土の沈下や橋台の側方移動対策効果に着目した解析的検討を行ってきた¹⁾²⁾。これらの検討では、実際の施工過程を可能な限り考慮し、対策を施す時期が地盤や橋台の変形、変位に及ぼす影響や維持管理に要する費用を比較した。解析の対象とした橋台は、供用開始後13年経過した時点でEPS（発泡スチロール）による荷重軽減という抜本的対策を余儀なくされたものである。道路交通を止めての対策であったため、早期に確実な効果を得る必要性があったことからすると、このような投資を行うことは妥当であったものと判断される。このような経緯の中で、本論文は、荷重軽減効果は小さいものの、より経済的とされている気泡混合軽量盛土³⁾（FCB）を早期に実施した場合の対策効果に関するパラメトリックスタディー結果を報告するものである。

2. 解析対象

解析の対象とした北陸自動車道 五貫野高架橋A2橋台の概要、および施工過程を図-1, 2に示す。この橋台はプレロード盛土を施工している際に、前面に打設した鋼矢板の変形が想定以上となったためプレロード盛土を途中で中止している。その後、橋台背面盛土の沈下量が予想以上に大きく図-2に示す過程を経て、最終的に抜本的な対策としてEPSによる荷重軽減を余儀なくされた。図中のAc-1層、Ac-2層の一軸圧縮強度は、50～100kN/m²程度であり、塑性図上では高塑性に属することがわかっている。筆者らは、軟弱粘土地盤に対して関口・太田による弾粘塑性モデル⁴⁾を適用し、橋台を含む縦断面に対して数値解析を実施しその適用性を確認している¹⁾。また、EPS工法の施工時期を変化させたパラメトリックスタディーを通して早期の対策がより効果的であることを確認している²⁾。なお、解析パラメータの詳細については前報¹⁾を参照されたい。

3. 解析ケース

施工段階で沈下量が想定以上に大きく、対策が必要となった場合を想定し、図-3に示すように、Case 1：全盛土高をFCBとし

キーワード：粘性土、変形、数値解析、橋台、軽量土

連絡先：〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町 344-1 TEL045-814-7236 FAX045-814-7257

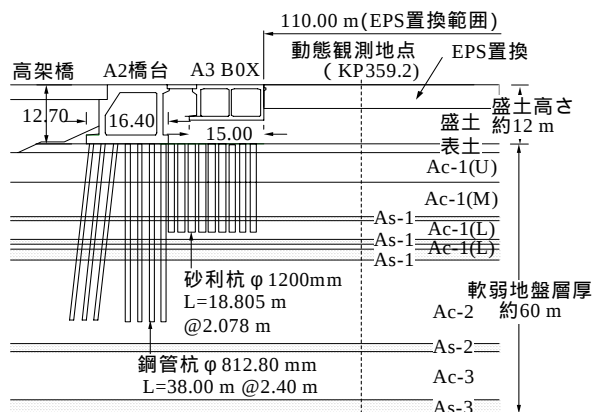


図-1 五貫野高架橋の一般図

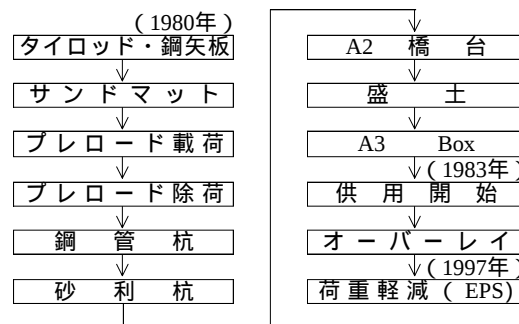


図-2 施工過程

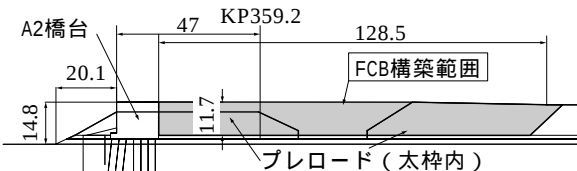


図-3(a) Case 1

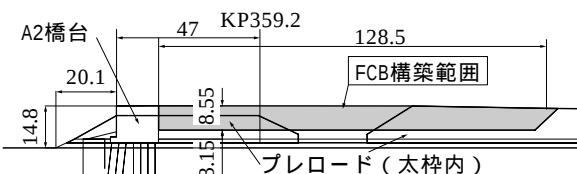


図-3(b) Case 2

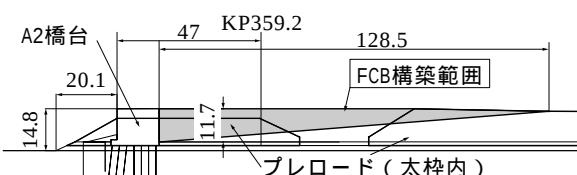


図-3(c) Case 3

た場合、Case 2：実際に安定上可能であったプレロードを 1.2 で除した荷重となるようにFCB盛土高を設定した場合、Case 3：Case 2 を発展させて、図に示すようにFCB盛土高を橋台に近づくにつれて漸増させた場合、の 3 ケースについて解析を行った。また、FCBの施工時期は橋台基礎としての鋼管杭を打設し、A2 橋台を構築した直後とし、最初からFCBによる盛土を実施した場合を想定している。解析ではFCBを弾性体と仮定し、その解析定数は参考文献 3) を参照するものとし、単位体積重量を 6kN/m^3 と設定した。

4. 解析結果

解析で得られた橋台背面盛土の地表面沈下量を図-4 に示す。なお、図中の“実施工”は、解析的に実際の施工過程を再現した結果を示している。地表面沈下は、プレロードを除去した際、若干リバウンドし、その後 FCB 盛土を実施することで再度沈下している。この図によれば、供用開始直後の沈下速度が実施工より小さくなっており、また、最終沈下量についても FCB 盛土を想定したすべてのケースで実施工よりも小さく、想定した FCB 盛土による沈下抑制効果があらわれている。しかし、供用開始から最終時点までの沈下量に着目した場合、実施工ケースが約 50cm 小さく、EPS による荷重軽減対策が有効であったことを示している。図-5 は橋台側方移動量の経時変化を示したものである。この図によれば、FCB 盛土に伴い橋台が前面に移動していることがわかる。また、FCB 盛土直後の橋台移動量が Case 1 と 2 でほぼ同程度であることにに対し、Case 3 ではこれらの約 2 倍の値となっている。これは Case 3 の一般盛土による影響が他のケースと比較して大きいことによるもので、橋台背面すべてに一般盛土を施工した実施工では Case 3 よりさらに大きいものとなっている。FCB 盛土後は、軟弱粘土の沈下に伴い橋台は背面側に移動しており、供用開始からの橋台移動量は、FCB を使用したすべてのケースで実施工を下回っている。実施工で一般盛土後に急激に背面側に移動しているのは、側方土圧軽減対策として構築した A3 Box に起因するものである。図-6 は過剰間隙水圧の経時変化を示したものである。層厚が 18m の Ac-2 層での過剰間隙水圧は、プレロード盛土を除荷することにより減少するものの、FCB 盛土により再蓄積されている。しかしその上昇量は、実施工の 50% 程度となっている。同図によれば、施工開始から 3000 日経過した段階で過剰間隙水圧がほぼ消散しているにもかかわらず、その後も二次圧密的な地表面沈下が継続していることがわかる。

5. まとめ

本論文に示したアプローチにより、施工過程に依存する地盤や構造物の挙動や、これらに関連する問題点の把握が可能となるものの、対策工法を選定する際の評価基準を明確に設定することがより重要であり、この点に関する議論をさらに深める必要がある。本論文では、EPS と比較して単位体積重量が大きいものの、単価の安い FCB による盛土を早期に実施した場合を想定したパラメトリックスタディーを通して、施工時期と範囲を十分に検討すれば、意図した効果を十分に得ることが可能であることを示唆するものである。

参考文献 1) 松山ら(2003)：EPS置換を実施した軟弱粘土地盤上の橋台挙動の解析的検討，第 38 回地盤工学研究発表会 2) 川井ら(2004)：軟弱粘土地盤上の橋台の荷重軽減対策時期に関する解析的検討，第 39 回地盤工学研究発表会 3) 三嶋ら：FCB工法；気泡混合軽量土を用いた軽量盛土工法，理工図書 4) Sekiguchi, H. and Ohta, H. (1977)：Induced anisotropy and time dependency in clays, Proc.9th ICSMFE, Specialty Session, Tokyo, pp. 229 ~ 239.

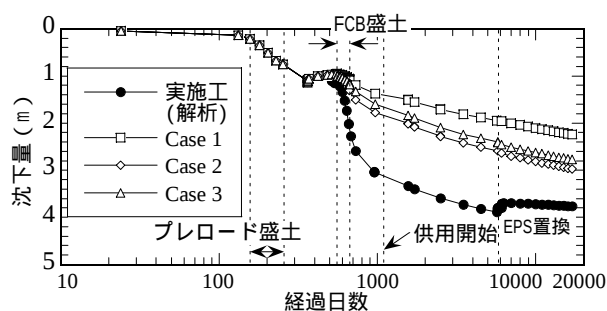


図-4 地表面沈下量の比較(橋台背面：KP 359.2)

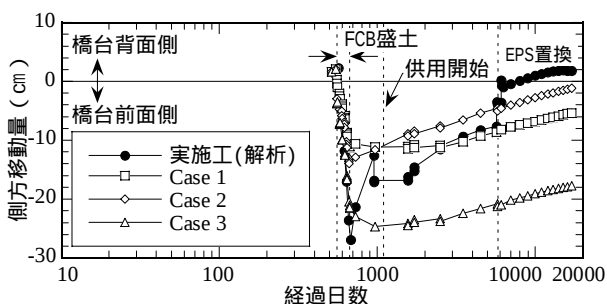


図-5 橋台側方移動量の経時変化

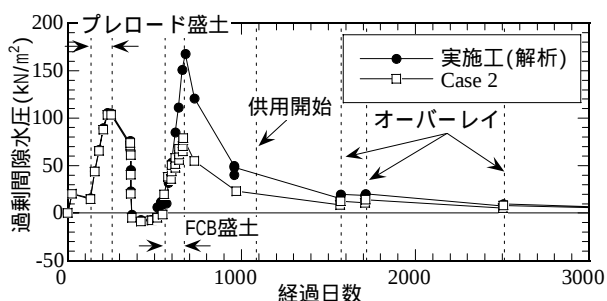


図-6 Ac-2 層での過剰間隙水圧の経時変化