

格子状補強シートを用いたクレーン支持力対策

—軌道高架化工事における耕作地の活用事例—

西武鉄道(株) 真弓 昭弘 戸田 雅美
 鹿島建設(株) 正会員 守山 康彦 辻 正博 小林 正和
 鹿島建設(株) 正会員○小原 隆志 岡本 道孝 大野進太郎

1. 背景

東京都・練馬区・西武鉄道(株)では西武鉄道池袋線(練馬高野台駅～大泉学園駅間)連続立体交差事業及びこれに伴う付属街路事業・同線(練馬高野台駅～石神井公園駅間)複々線化事業を実施中である。土地利用が高度化した市街地で事業を円滑に進めるために様々な工夫が必要となったが、本報では耕作地を借用したPC桁架設用地で実施した格子状補強シートによる大型クレーンのアウトリガー支持力対策の事例を紹介する。

2. 工事概要

工事概要を図1に示す。高架化が完了した軌道に近接して3本のPC桁を架設するため、軌道用地に隣接する耕作地を借地し、ここに200tクレーンを設置して作業を行う計画とした。しかしながら、耕作地表層には軟弱な耕土が層厚約1mで分布しており、クレーンアウトリガーの支持力対策が必要であった。一方、工事後に当用地を耕作地として返還する必要があるため、耕作地としての復旧が困難な固化系地盤改良の適用は難しい。そこで、復旧が容易な、格子状補強シートを用いた表層安定処理工法¹⁾による支持力対策について検討した。

3. 対策工の検討

基礎地盤の物性を表1に、これを用いた弾性計算による検討結果を表2に示す。この計算では格子状補強シートと碎石で構成される補強層の物性値として別報²⁾に紹介した値を用いた。この結果から、アウトリガーの沈下量が安定確保上の目安(5cm)³⁾を下回り、かつ耕土面に作用する鉛直応力が耕土の許容支持力以下となるよう、耕土表層に格子寸法1m×2mの格子状補強シートを設置し、その上に層厚0.3mの碎石層(C40)を施工した(写真1)。また、碎石層表面に敷鉄板を設置して、その上で架設作業を行うこととした。

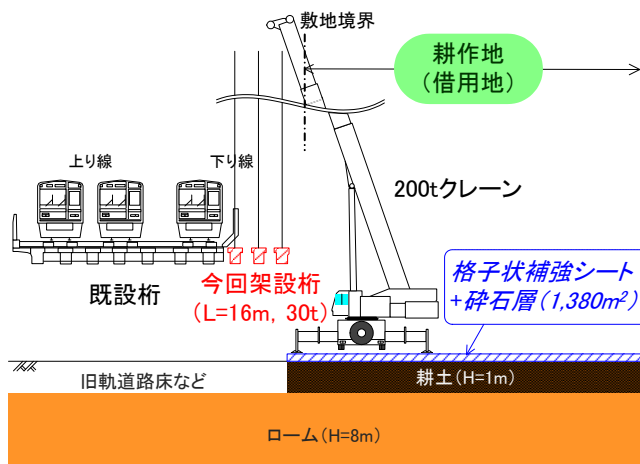


図1 工事概要

表1 基礎地盤の物性値

深度(m)	土質	平均N値	変形係数E(MN/m²)*	一軸圧縮強さ q_d (kN/m²)	極限支持力 q_d (kN/m²)**	許容支持力 q_d (kN/m²)***
0~1	耕土	2	5.0	25.0	82.9	41.5
1~	ローム	4	10.0	65.0	215.5	107.8

*E=2500・N：鉄道構造物等設計標準・同解説 基礎構造物・坑土圧構造物編

** $q_d = \alpha \cdot c \cdot N_c$ α ：形状係数=1.3、 c ：粘着力= $q_u/2$ 、 N_c ：支持力係数=5.1*** $q_d = q_d / F_s$ F_s ：安全率、短期安全率と見なし、 $F_s = 2.0$

表2 弾性計算結果

	碎石層厚(m)	地表面沈下(cm)	沈下量判定	耕土面応力 σ_v (kN/m²)	支持力判定
碎石層単独	0.3	2.1	OK	69.2	NG
格子状補強シート工法(格子寸法2m×2m)		1.7	OK	51.8	NG
格子状補強シート工法(格子寸法1m×2m)		1.3	OK	34.7	OK



写真1 格子状補強シート設置状況

キーワード 支持力、表層安定処理、ジオシンセティクス、FEM解析

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給2-19-1 TEL042-485-1111

4. FEM解析

前節の計算で用いた格子状補強シートと砕石層からなる補強層の物性値は、本検討の想定範囲より小さい荷重レベルを対象とした道路平板載荷試験の結果⁴⁾から同定されている。また、鉄道のように公共性の高い施設との近接作業では、クレーン安定性評価において、基礎地盤の非線形挙動の影響を適切に評価すべきと考えた。そこで、これらの影響を合理的に考慮した沈下量予測を行うために2次元 FEM 解析を実施した。解析断面を図2に示す。格子状補強シートとその直上の砕石層は、別報と同様のモデル化を行った⁵⁾。基礎地盤を構成する耕土とその下位に分布するローム層に関してはブロック試料を用いた三軸圧縮試験(CU)と圧密試験を実施し、修正カムクレイ型の関口・太田モデル⁶⁾を適用し

た。解析結果のうち、PC 桁架設時の地表面沈下分布の予測結果を図3に示す。3次元問題を2次元断面で解析したことによる変形の過大評価の可能性を考慮し、同図には2次元解析から得られた沈下量に低減定数(0.30~0.35)⁷⁾を乗じた値を示している。FEM による沈下予測値は弾性計算結果を上回ったが、安全上の目安である5 cmを下回っており、クレーンの安定性は確保可能と判断した上で架設作業に着手した。

5. 施工結果

PC 桁架設中にアウトリガーの沈下を計測したが、過大な沈下は観測されず、架設は順調に完了した。図3にアウトリガー直近の敷鉄板上で計測した沈下量を併記した。沈下量は安全上の目安値を下回り、FEM 解析の予測値と高い精度で一致した。当用地はクレーン作業後も高架化工事の関連用地として利用したが、現在は砕石と格子状補強シートを撤去し、耕作地としての復旧と用地返還を完了している。

6. まとめ

大型クレーンのアウトリガー支持力対策として格子状補強シートによる表層安定処理工法を適用し、作業時の安定性、耕作地の復旧性について予定通りの成果を得ることができた。また、FEM 解析による沈下予測の有効性も確認できた。一方で、格子状補強シートの3次元的補強効果の合理的評価が今後の課題と考えている。当事例が、固化系地盤改良の適用が困難な場合の代替手段検討の一助となれば幸いである。

【参考文献】1)Okamoto et al : Subgrade stabilization with lattice-frame-reinforced sheet, Proc. of 17th Int. Conf. of Soil Mechanics & Geotechnical Engineering, pp. 2378-2381, 2009 2)Yoshida et al : Subgrade stabilization using lattice-frame-reinforced sheet accompanied by compacted crushed-stone layer, Proc. of 9th Int. Conf. on geosynthetics, pp. 1383-1386, 2010 3)日本建設機械化協会：移動式クレーン、杭打機等の支持地盤養生マニュアル, 2000 4)岡本ほか：格子状補強枠を有したシート材による軌道路盤改良効果, 第42回地盤工学研究発表会, 2007 5)岡本ほか：格子状補強シート上に施工された砕石層の支持力について, 第48回地盤工学研究発表会, 2012(投稿中) 6)村上ほか：弾粘塑性FEM解析による大規模護岸構造物の変形予測, 土木学会論文集 C, Vol. 68, pp. 224-238, 2012 7)仲村ほか：大型構造物基礎岩盤としての互層堆積軟岩の変形・強度特性に関する考察, 土木学会論文集 C, Vol. 62, No. 2, pp. 414-428, 2006

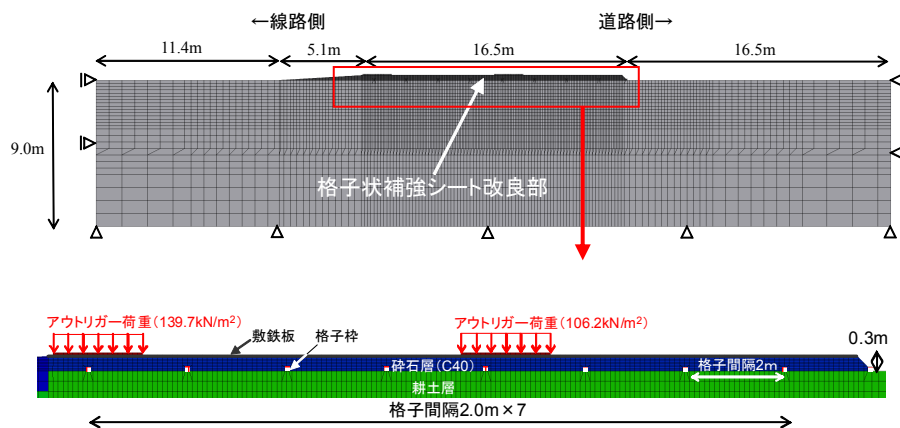


図2 解析モデル(上図：全体図，下図：拡大図)

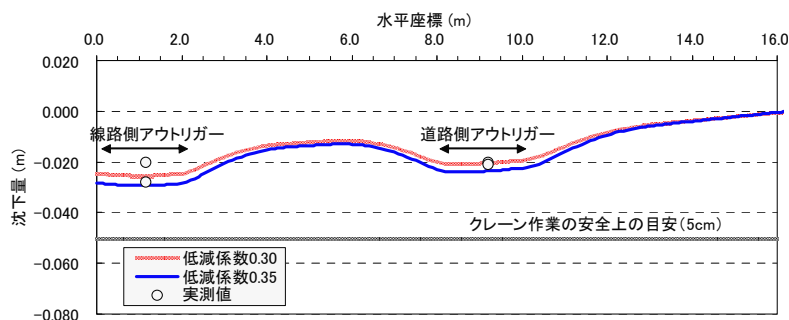


図3 地表面沈下量の予測値と計測値