

格子状補強シートによる重機作業ヤードの表層改良効果に関する解析的検討

鹿島建設(株) 正会員 ○中本詩瑠 田中恵祐 中島悠介 吉田 輝
岡本道孝 宇津野衛 大野進太郎

1. はじめに

格子状補強シート¹⁾は、格子状に組んだ筒状繊維内にモルタルを注入・固化した曲げ剛性を有するジオジャケットと地盤の表層安定用シート（以下、「安定用シート」と表現）を複合させて軟弱地盤の支持力を増強する技術であり、これまでに道路や軌道における路床改良・路盤構築、あるいはクレーン基礎地盤の支持力対策などの適用実績を有する。本研究では、地盤条件および荷重条件をパラメータとした3次元有限差分解析を実施し、格子状補強シートの簡易設計プログラムを作成したので、その概要について報告する。

2. 解析概要

3次元有限差分解析モデルを図-1に示す。当モデルは、対称性を考慮し、対象領域の4分の1を切り出したもので、水平方向20m×20m、深さ10mの一様地盤上に安定用シート（ジオグリッド要素）、2m×2m間隔のモルタル入りジオジャケット（ソリッド要素）、碎石（ソリッド要素）および鉄板（インターフェース付きシェル要素）をそれぞれモデル化した。ジオジャケット、碎石および地盤の解析物性値を表-1～3に示す。地盤の構成則にはCam-Clayモデルを使用し、降伏応力(P_c)、体積剛性(K)およびせん断剛性(G)にはN値から得られる換算値²⁾を用いた。ジオジャケットにはひずみ硬化則を使用し、2点載荷曲げ試験結果より推定される物性値を入力した。また、碎石には圧縮試験、安定用シートには引張試験より推定される物性値を用いた。表-4に解析ケースの一覧を示す。解析は地盤N値の異なる4ケース(Case1～Case4)とジオジャケット無しの場合(CaseNR)の計5ケースを実施した。各ケースにおいて、90t、150tおよび350tクローラークレーンの3パターンに重機荷重を想定し、それぞれ図-1に示すクローラー接地領域に一樣な鉛直荷重を段階的に作用させた。

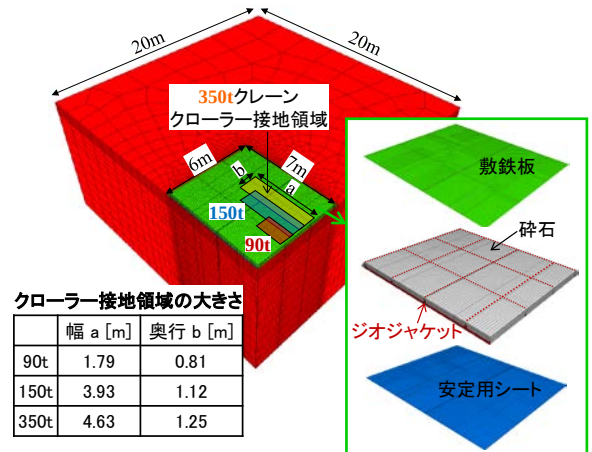


図-1 解析モデル

表-1 ジオジャケットの解析物性値

内部摩擦角 ϕ [°]		46
粘着力 c [kPa]	初期	200
	ひずみ=0.003	300
	ひずみ=0.01	400
引張強度 [kPa]		1.0×10^7
変形係数 E [kPa]		717000
ポアソン比 ν		0.2

表-2 碎石の解析物性値

降伏応力 p_c [kPa]	177
圧縮指数 λ	0.031
膨潤指数 κ	0.0087
限界状態指数 M	1.49
比体積 v	1.39

表-3 地盤の解析物性値

N 値	降伏応力 p_c [kPa]	限界状態指数 M	せん断剛性 G [kPa]	体積弾性剛性 K [kPa]	単位体積重量 γ_{sat} [kN/m ³]	ポアソン比 ν	比体積 v	膨潤指数 κ	圧縮指数 λ
1	18.75	1.20	263	686	17	0.33	2.29	0.014	0.14
2	37.5		526	1373					
3	56.3		789	2059					
5	93.8		1316	3431					

キーワード： ジオシンセティック，表層改良，有限差分法

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設（株）技術研究所 TEL 042-489-6550

表-4 解析ケース

解析ケース	クレーンタイプ	N 値
CaseNR	90t	5
Case1	90t	1
	150t	
	350t	
Case2	90t	2
	150t	
	350t	
Case3	90t	3
	150t	
	350t	
Case4	90t	5
	150t	
	350t	

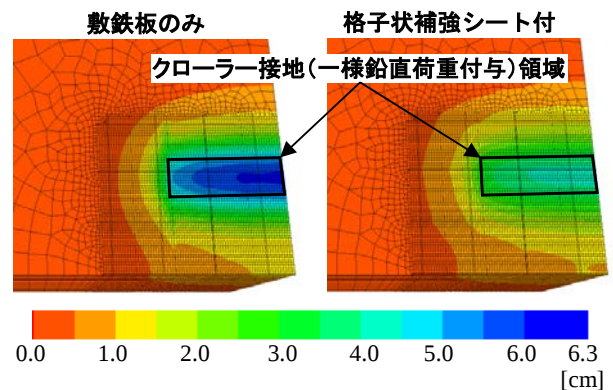


図-2 350t クレーン接地圧 95kPa 時の地盤沈下分布 (地盤 N 値=5)

3. 解析結果

図-2 に地盤上に敷鉄板のみを設置した場合(CaseNR)と格子状補強シートを設置した場合(Case4-350t)について、350t クレーンによる接地圧が 95kPa の時の地盤沈下量分布を比較する。図に示すように、クレーン接地圧は格子状補強シートによって分散されるため、補強した Case4-350t の方が、敷鉄板のみの CaseNR よりも地盤の沈下量を抑えられることが確認できる。

図-3 に 90t および 350t クレーン接地圧とそれによるクレーン沈下量の関係を示す。図より、地盤の N 値が大きいほど、クレーンの沈下量は小さいことが確認できる。また、90t クレーンよりも 350t クレーンの方が同一接地圧に対するクレーンの沈下量は大きく、これはクローラー接地領域が大きな 350t クレーンの方が、接地圧が地盤内に広く分布するためだと考えられる。さらに、敷鉄板のみの場合よりも格子状補強シートによる補強付の方が、クレーン沈下量が抑制されており、格子状補強シートの地盤表層改良効果が明確に現れている。

図-4 にクレーン最大沈下量を、安全上の上限値の目安とされている 5cm³)とした場合の、許容接地圧と地盤 N 値の関係を

示す。また、各種クローラークレーンの自重による接地圧^{4)~6)}も同図に示している。図より、格子状補強シートにより、90t クレーンであれば N 値 2 以上、150t クレーンであれば N 値 5 以上の軟弱地盤において設置可能となることがわかる。350t のクローラークレーンは地盤 N 値が 5 以下では沈下量を 5cm 以下とすることが難しいが、本解析では深さ 10m の一様軟弱地盤を想定しているため、軟弱地層の層厚が薄い場合は適用できる可能性がある。

4. まとめ

本研究では 3 次元有限差分解析を実施し、格子状補強シートの軟弱地盤における表層改良効果を確認するとともに、クローラークレーンを対象に地盤 N 値、接地圧と沈下量の関係 (図-3、図-4) を簡易的な設計ノモグラムとしてとりまとめた。しかし、本研究の成果は当工法の適用可否を判断するための簡易的な指標であり、実施工を行う前には現場条件に則した詳細な検討 (3 次元解析など) を実施する必要がある。

参考文献

- 岡村ら：格子ジャケットを用いたシート工法による軟弱地盤上の仮設道路施工，ジオシンセティックス論文集，Vol. 23，pp. 107-112，2008。
- 地盤工学会：軟弱地盤の調査・設計・施工法，pp. 93-107，1966。
- 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。
- HITACHI SUMITOMO：SCX900HD-2 カタログ，p3。
- HITACHI SUMITOMO：1500HLX カタログ，p5。
- KOBELCO：SL4500J-350 カタログ，p1。

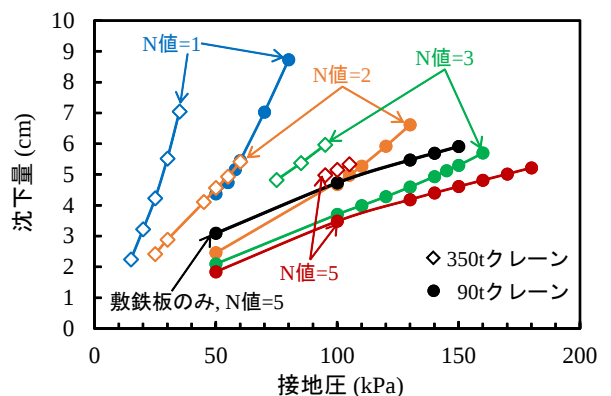


図-3 90t&350t クレーン接地圧と沈下量の関係

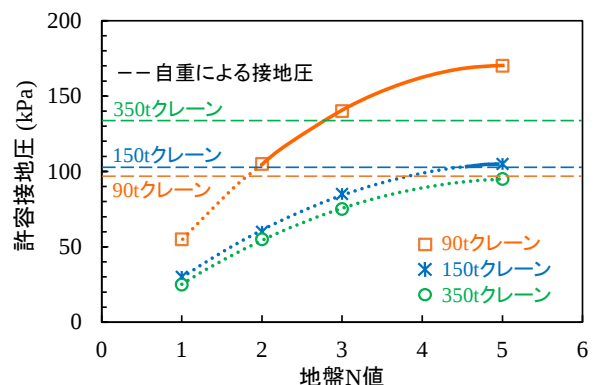


図-4 クレーン沈下量が 5cm となる許容接地圧