熊本・宇土道路でのコラムリンク工法試験施工のシミュレーション

	竹中土木	正会員	○津國	正一
国土交通省九州地方整備局熊本河川	国道事務所		樋口	尚弘
	土木研究所	正会員	堤	祥一
	清水建設	正会員	川崎	廣貴

1. はじめに

コラムリンク工法(CL 工法)の試験施工が熊本・宇土道路で行なわれ¹⁾、動態観測中²⁾である。3次元 FEM 解析コード MuDIAN を用いたシミュレーション解析を行い、動態観測結果とシミュレーション解析結果からコ ラムリンク工法の盛土沈下抑止効果と周辺地盤変位抑止効果のメカニズムについて検討を行った。

2. 解析モデルと地盤パラメータ

図-1は試験施工断面の3次元解析モデルである。境界条件は底面固定、側面は鉛直ローラーとし、底面と 地下水位位置(GL-1.95m)は排水境界である。杭長39.2mの側部壁と外部杭は支持層のDvs層内に着底し、杭長 21.2mの内部杭の杭先端は圧密層内にある。盛土直下に布設した引張り強度100kN/mの敷網材は弾性要素でモ デル化し、補助工法として用いている芯材と繋ぎ材は弾性梁要素でモデル化した。図-2に示す実施工の盛立

5.0m

てスピードに合せて、高さ 7.0m の盛土を自重として載荷 した。CASE-1 では盛土を弾性要素でモデル化し、CASE-2 では盛土を Mohr-Coulomb モデルでモデル化し解析を行っ た。**表-1**に解析パラメータの一覧を示す。盛土の休止期 間を考慮し、改良杭の q_{u28} での E_{50} を2.5倍し解析に用いた。

3. 動態観測結果との比較と抑止メカニズムの検討

動態観測記録は盛立完了125日後(施工期間350日)まで 取得されている。解析は施工開始から2年後まで行った。

図-3の盛土高さ 1.8m の盛土中央地表面沈下量は観測 値の方が大きく、休止期間中も圧密による沈下が観測され ているが、解析での沈下傾向は明瞭でない。盛立て完了後 125 日での CASE-2 の沈下量は観測値と良く対応している が、CASE-1 は観測値の 55%しか沈下が発生していない。こ れらの差は内部杭間の作用土圧を解析で表せていないこ とと、解析での改良杭と地盤の応力分担率の差に起因する。 図-4 は地表面沈下量の比較図で、盛土中心付近では解

表-1	解析に用いた地	」盤パラン	メーター覧

地層	構成式	単位体積重量 kN/m ³	粘着力 C (kN/m ²)	内部摩擦角 φ(°)	変形係数 E (kN/m²)	圧密降伏応力 p ₀ (kN/m ²)	透水係数 (cm/sec)	改良杭変形 係数 E (MN/m ²)
盛土	CASE1:弾性 CASE2:Mohr-Coulomb	19.0	5	35	28,000	-	-	-
Ac1-2	関ロ・太田	14.6	10	0	1,720	36.8	1.30E-06	1088
As2	弾性	18.7	-	-	4,000	-	1.00E-03	1795
Ac2-2	関ロ・太田	14.3	36.3+0.6Z	0	6,380	146.1	3.00E-07	1440
Ac2-3	関ロ・太田	15.1	-115.8+6.05Z	0	7,130	178.5	2.30E-07	1339
Dvc	関ロ・太田	15.8	55		6,510	215.7	1.40E-09	1175
Dvs	弾性	19.0	-	-	70,000	-	1.00E-03	1795

キーワード:深層混合処理、動態観測、変状抑止、3次元 FEM

連絡先:㈱竹中土木営業本部(〒136-8570 東京都江東区新砂1-1-1 TEL 03-6810-6215 FAX 03-6660-6304)



内部杭(赤色): 杭長 21.2m

析と動態観測の対応は良い。周辺地盤では工事用道路の影響²⁾で動態観測の沈下量が大きく発生しているが、解析と 動態観測とも周辺地盤沈下量は小さく、コラムリンク工法 の周辺地盤変位抑止効果が優れていることが分かる。

図-5では側部壁上と側部壁近傍地盤上での鉛直土圧増 分を比較した。動態観測では盛土高さ1.8mまで側部壁上と 地盤上で同じ程度の鉛直土圧増分が発生している。それ以 降は解析で地盤上に発生する鉛直土圧増分が小さい傾向に 有り、CASE-1の方がその傾向が強い。しかし盛土の進行に 伴って側部壁に土圧が集中する傾向を解析で表せており、 CASE-2の方が動態観測と良い対応を示している。

図-6の地中での沈下量分布は、内部杭下端以深で解析 と動態観測の対応が良い。内部杭下端以浅では改良杭への 鉛直荷重集中傾向が解析で強く、内部杭間の地盤に作用す る鉛直土圧が小さくなり、内部杭間地盤の圧密沈下量が小 さくなっているため、動態観測との対応が良くない。

図-7の解析での側部壁の鉛直ひずみ増分は動態観測よ り大きい傾向を示す。深度分布はほぼ同じ形状で、内部杭 下端深度付近で発生ひずみのピークが表れるのは、動態観 測と同じで遠心模型実験³⁾でも見られる。

図-8は CASE-2の内部杭部・側部壁・外部杭部の各深度 での鉛直荷重増分(2年後時点)を盛土総荷重に対する比率 で表している。内部杭部の鉛直荷重増分が地中での応力分 配で側部壁に分配されるため、内部杭下端深度での増分荷 重が減少し、側部壁の鉛直ひずみピークが内部杭下端深度 付近に表れる。また周辺地盤への応力分散でも内部杭下の 圧密層に作用する鉛直荷重が低減されることが、盛土沈下 と周辺地盤変位抑止に効果を発揮している。

4. まとめ

CL 工法は、応力分配と周辺地盤への応力分散によって 内部杭下の圧密層に作用する鉛直荷重が低減し、側部壁の 効果で一次元圧密状態を実現しているため、盛土の沈下抑 止と周辺地盤変位抑止に効果を発揮しており、この結果を FEM 解析で詳細に把握できることが確認できた。

謝辞 貴重な記録を提供頂きました「熊本 57 号熊本宇土 道路軟弱地盤対策委員会(委員長 : 九州大学落合英俊理 事・副学長)」および、関係各位に深く感謝いたします。

参考文献

新川直利、堤祥一、川原実、川崎廣貴:熊本・宇土道路における側方流動対策としてのコラムリンク工法の試験施工、第61回土木学会年次講演会、p.1005-1006、2010
川崎廣貴、樋口尚弘、堤祥一、新川直利:熊本・宇土道路に用いたコラムリンク工法の試験施工動態観測挙動、第62回土木学会年次講演会、投稿中、2011
堤祥一、小橋秀俊、澤松俊寿:コラムリンク工法の遠心模型実験による検討、第61回土木学会年次講演会、p.1007-1008、2010



図-8 盛土荷重の地中各深度での分布状況(CASE-2,2年後)