

キャップ付ドレーンを用いた真空圧密工法と盛土を併用した場合の改良効果について

五洋建設（株） 正会員 ○米谷 宏史
 五洋建設（株） 正会員 椎名 貴彦
 五洋建設（株） 正会員 新舎 博
 五洋建設（株） 正会員 吉川 清
 青森県八戸土木事務所 城前 俊浩

1. はじめに

真空圧密工法では粘土に作用する負圧の維持方法に気密シートを用いることが多いが、シート継手部の現地溶着処理やシート端部の埋込みが困難な場所での施工性に課題がある。これらの解決策の一つとして、ドレーン材の一端に気密キャップと排水ホースを取り付けて真空ポンプと直結し、気密キャップ部分までを粘性土層内の所定の深度に埋め込むことで、上部の粘性土層を気密保持層（以下、シール層と示す）として利用する方法がある¹⁾。本報告はニューマチックケーソン築造時の不等沈下対策として本工法を適用した施工の結果から、真空圧密と载荷盛土とを併用した場合の改良効果についてまとめたものである。

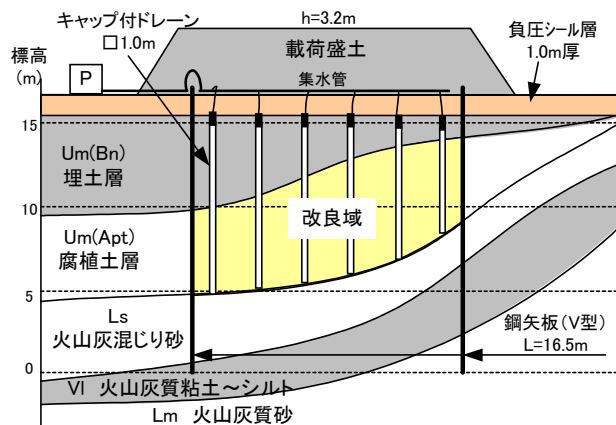


図-1 対象地盤の断面図

表-1 地盤条件

土層	深度(層厚)	N値	含水比(%)	Cu(kN/m ²)
Bn(埋土)	0～1.9m(1.9m)	3～4	-	-
Apt(腐植土)	～6.9m(5.0m)	2～4	400	19.1
Ls(火山灰混じり砂)	～8.8m(1.9m)	8～11	46	17.4
VI(火山灰質粘土シルト)	～14.0m(5.2m)	7～17	81	7.1
Lm(火山灰質砂)	～17.3m(3.3m)	23～50	-	-

2. 工事概要

2-1 地盤条件

対象地盤の概要図を図-1に示す。圧密改良の対象となるのは腐植土層（Apt）であり、改良区域内に2.0m～5.8mの範囲で分布している。表-1に地盤の物性を示す。腐植土層は含水比400%程度と高く、圧密係数 $C_v=300\text{cm}^2/\text{day}$ で、繊維質を多く含んでいる。

2-2 工事概要

改良面積は約600m²で、区域は矢板で仕切られており、その中にキャップ付鉛直ドレーンを1mの正方形配置で打設した。打設深度は事前ボーリング等の土質調査から、対象層の厚さにより全長7m～13mのドレーンを打ち分けた。ドレーン打設下端の決定に当たり、Ls層からの吸水が懸念されたが、その下部Vi層が粘性土層であり、周囲は鋼矢板によって外部と遮断されていたため、ある程度の遮水性が期待できると判断し、改良対象層下端までドレーンを打設した。打設後に埋土層の上に1mの厚さで粘性土（山土）を転圧して締め固めシール層とした。その後、负压配管を行って真空ポンプの稼動を開始し、2日間の試運転後、盛土を0.9m/日の盛立速度で高さ3.2mまで施工した。

工事中は、改良域の地表面の沈下量、排水タンクにおける排水量、作用負圧および改良地盤内の間隙水圧の測定を行った。（図-2）

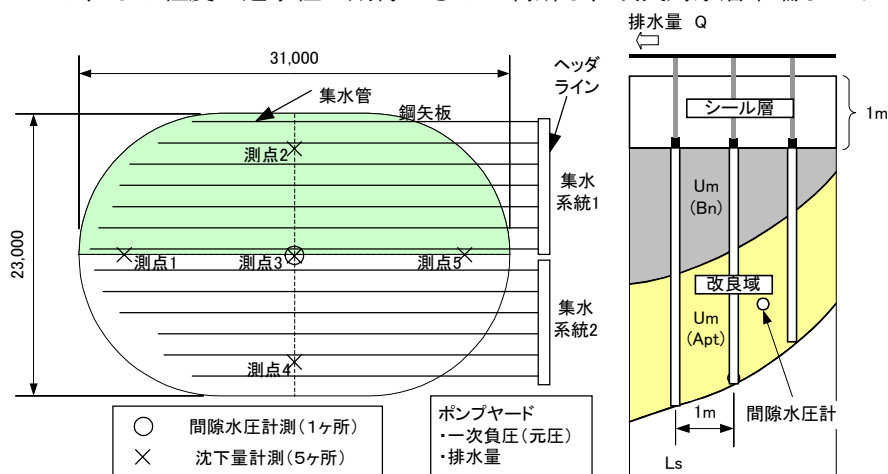


図-2 平面および計測位置図

3. 改良結果

3-1 作用負圧

真空ポンプ近傍での負圧の経時変化を図-3に示す。载荷開始直後は負圧が-50～-60 kN/m²で一定となったが、

キーワード 真空圧密 バーチカルドレーン

連絡先 〒329-2746 栃木県那須郡西那須野町四区町 1534-1 五洋建設（株）技術研究所 TEL0287-39-2100

系列②は15日以降から負圧が徐々に上がり、最終的には約-70 kN/m²となった。盛土撤去後、集水管を観察したところ、排水ホースが破損している所が数箇所見つけたが、改良期間中負圧は維持された。盛土による密封効果により改良中の負圧が保たれたものと思われる。

3-2 間隙水圧

改良域における間隙水圧の挙動について図-4に示す。本工事は負圧＋載荷盛土による改良であり、初めは盛土による間隙水圧の増加が見られたが、その後間隙水圧が消散し、最終的には負圧によって-50kN/m²程度まで低下した。

3-3 沈下挙動と排水量

沈下挙動と排水量/改良面積を図-5に示す。30日経過時点での平均沈下量は約50cmであった。施工中の圧密度は双曲線法によって推定する方法を用いたが、盛土載荷後約30日で圧密度は各測点とも90%に達しており、各測点における残留沈下量の差の最大値も2cm程度に収まると判断されたため、負圧載荷を止めて改良を終了した。

排水量については、通常、シール層がある場合には、改良初期段階では沈下量＝排水量の関係がほぼ成り立ち、作用負圧がシール層の上面に達した時点から浸透流が発生して排水量が沈下量を上回る様になる²⁾。今回の施工では、初期段階から排水量が沈下量をかなり上回っており、先述した改良域下部のV1層が期待したほど遮水層として作用せず地下水を吸い上げたためと思われる。ポンプの容量に余裕があったため作用負圧が目的の値を下回るまでには到らなかった。

3-4 強度増加

改良による腐食土層の含水比の低下と強度増加をまとめたものを表-2に示す。今回の工事で載荷した圧力は盛土＋負圧で116kN/m²であり、設計では圧密改良による強度増加率 $m(=\Delta Cu/\Delta p)$ を0.3、圧密度を90%として、強度増加を $\Delta C=31\text{kN/m}^2$ と考えていたが、施工による粘着力の増分は38kN/m²であり、十分な改良効果が得られたことが判明した。含水比については、およそ400%から340%に低下しており、改良効果が認められる。なお、サンプリングした試料の中には含水比があまり変化していない箇所もあり、腐食土の場合は、サンプリング時の試料の乱れなどによる結果のばらつきが大きいため、サンプリング個数などについては今後検討が必要であると思われる。

4. まとめ

ニューマチックケーソン築造時の不等沈下対策として、載荷盛土併用の真空圧密工法による地盤改良を行った。その結果、

- ①作用負圧は常にほぼ-50kN/m²以上を保ち、間隙水圧も最終的に作用負圧の-50kN/m²まで到達した。
- ②施工時は双曲線法による圧密度の管理を行って、圧密度90%以上が得られた時点で改良を終了した。改良域の平均沈下量は50cm程度であり、改良日数は約30日であった。（ドレーンピッチ1mの正方形配置）
- ③載荷圧力116kN/m²を載荷した結果、改良による強度（粘着力Cu）の増加は38kN/m²であり、想定通りの改良効果を得ることができた。

参考文献

- 1)小林正樹、土田孝：錦海湾における真空圧密工法現地実験、港湾技研資料No.476、1984
- 2)米谷宏史、椎名貴彦、新舎博、木村道弘：真空圧密工法における粘性土層の気密保持効果、第37回地盤工学研究発表講演集、2002

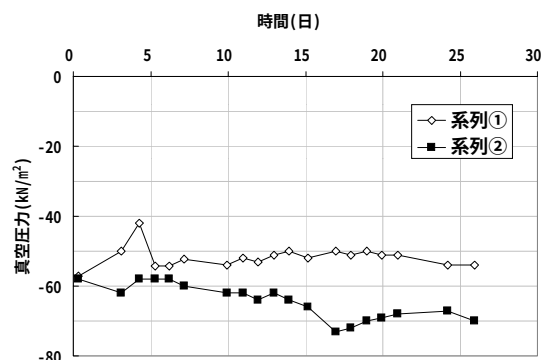


図-3 作用負圧の推移

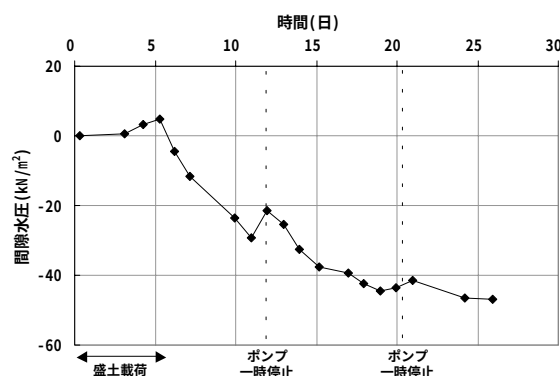


図-4 間隙水圧の挙動

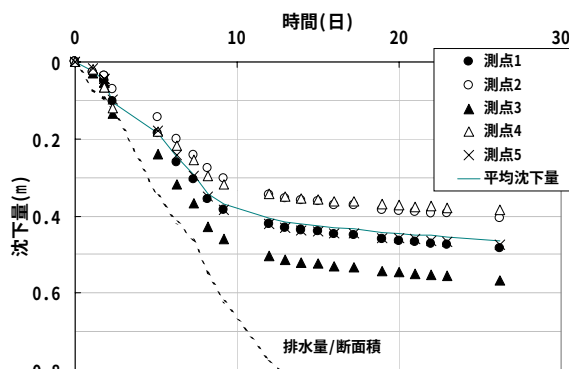


図-5 沈下挙動と排水量

表-2 改良効果のまとめ

物性	改良前	改良後
w(%)	396.2	339.2
Cu(kN/m ²)	19.1	57.1