

ベントナイト遮水壁施工時における先行部の自立性

大成建設株式会社	千葉支店	高崎 秀二
大成建設株式会社	技術センター	樋口 雄一
大成建設株式会社	土木技術部	武川 良
大成建設株式会社	土木設計部	○太田 匡司

1. はじめに

ベントナイト遮水壁は、これまで米国においては数百件にのぼる実績を有しているが、日本では1件しか行われていなかった。今回2件目の施工を行い、無事工事を完了した。施工時に得られたデータは、今後この工法を計画・施工していく際に貴重な資料となるため、ここで報告する。

2. ベントナイト遮水壁

ベントナイト遮水壁 (Slurry Wall) とは、現地発生土にベントナイト・粉末粘土を混入してミキシングしたものをトレンチ内に充填して築造する遮水壁で、以下の特徴を有する。

- ①透水係数 $1 \times 10^{-7} \text{ cm/sec}$ 以下の継目のない遮水壁であり、高い遮水性を有する
- ②可撓性が高く、地震時に周辺地盤と同じ挙動をしめすため耐震性に優れている
- ③現地発生土を利用するため、残土処分量が少ない

建設地の土質条件は、局所的にシルト層を介在しているが、主に粒度の揃った砂層を主体としており、排水条件は良いと考えられる。遮水壁材の配合を表1に示す。圧密試験を行い、最終沈下量を推定した。遮水壁材の初期間隙比 e_0 は 0.5、圧密完了時の間隙比 e_n は表層で 0.2~0.3 程度であり、最終沈下量は 40m の遮水壁材に対して約 7m となる。

表1 ベントナイト遮水壁材の配合
(掘削土 1 m^3 当たり)

ベントナイト	粉末粘土	水
45.0kg	300.0kg	90.0kg

3. 検討課題

本工事の遮水壁は、厚さ 600mm、深度 39m である。本工事では水平多軸掘削機により掘削し、プラントにてミキシングを行い、トレミー打設により遮水壁材を充填している。施工方法は通常の連続地中壁と同じでまず先行エレメントを1エレメントおきに築造し、一定期間放置後、先行エレメント間に、後行エレメントをカッティングにより連続性を保ちながら築造する。そのため、後行エレメント施工時に先行エレメントの自立性が確保されている必要がある。連続地中壁がセメント水和反応により強度が発現するのに対し、ベントナイト遮水壁は圧密により強度が増加するため、遮水壁材の圧密とそれに伴う強度増加の性状を把握する必要がある。なお、本工事の先行エレメント施工から後行エレメント施工時までの期間は約 30~60 日である。

4. 室内模型実験による事前検討

本工事に先立ち、上層 20m 部分を 1/50 に縮小した模型を用いて遠心載荷実験を行った。まず先行エレメントに遮水材を打設し、後行エレメント掘削までを 20 日と想定し、遠心加速度 50G で 12 分間載荷して先行部を圧密させた。次に安定液を満たしながら後行エレメント部を解放し、再び遠心加速度 50G を 5 分間作用させて (実物換算約 9 日間)、先行遮水壁の挙動を観察した。CCDカメラによる観察及び沈下計による測定結果から、地表面及び鉛直断面とも変状は小さく、写真1に示すように先行部の自立性が保たれることを確認した。

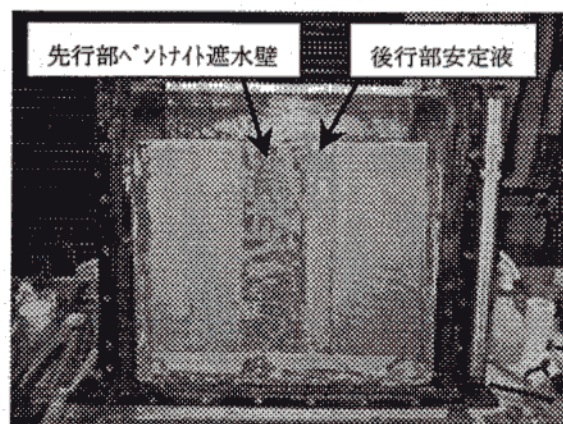


写真1 遠心載荷完了後の断面

キーワード ベントナイト、遮水壁、slurry wall、透水係数、圧密

連絡先 〒163-0606 東京都新宿区西新宿 1-25-1 新宿センタービル 大成建設株式会社土木設計部 TEL03-5381-5418

5. 現地調査

後行エレメント施工前に、実際の先行エレメントの強度及び圧密度を把握するため、施工 20 日後に現地において三成分コーン貫入試験を実施した。また採取コアに対して室内試験を実施した。測定箇所は 5 箇所であり、貫入抵抗値及び過剰間隙水圧を測定した。測定結果を図 1、2 に示す。

遮水壁材は打設時に液状のため、初期の有効応力を 0 とすると、初期の過剰間隙水圧は垂直応力と静水圧の差分となる。圧密度は過剰間隙水圧に対し線形であるので、過剰間隙水圧測定結果より圧密度が算定される。算定結果を図 3 に示す。圧密度は表層を除き約 60%～100% の範囲で分布しており、平均的には約 70% 強となっている。この結果は遮水壁材の沈下量が約 5m であったことと一致している ($7\text{m} \times 70\% = 5\text{m}$)。多少のばらつきは、原地盤の土質（砂層かシルト質層か）の透水性の差によると考えられる。コーン貫入抵抗値 q_t はおよそ $12Z$ (kN/m^2) (Z : 表面からの深さ (m)) であった。

採取コアの土質試験結果を以下に示す。

- ・細粒分含有率 : 20%～30% (砂質土主体)
- ・含水比 : 約 35%
- ・透水係数 : $0.3 \sim 1.4 \times 10^{-7} \text{cm/sec}$
(30 日後 : $0.2 \sim 0.8 \times 10^{-7} \text{cm/sec}$)
- ・強度試験/UU : $C_u = 9 \sim 14 \text{kN/m}^2$
- ・強度試験/CU有効応力 : $\tau = 91 \sim 201 \text{kN/m}^2$ ($\phi' = 34 \sim 37^\circ$)
- ・強度試験/CU全応力 : $\tau = 84 \sim 154 \text{kN/m}^2$ ($C_u = 1.2 \sim 12 \text{kN/m}^2$, $\phi_u = 11 \sim 17^\circ$)

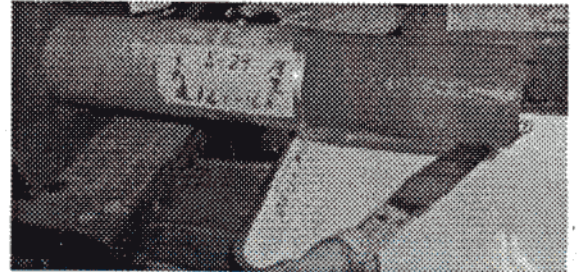


写真2 採取コア状況

もともと砂質土主体であるため、圧密進行に伴い ϕ 材として挙動するようになる。粘着力 C_u は小さいがせん断強度 τ としては、 80kN/m^2 以上有しており、写真 2 に示すようにコアも締まっているため、現地でも自立性を確保できると判断した。実施工においても先行エレメントは自立性していた。また、透水係数についても、圧密進行に伴い減少し、30 日経過時点では $1.0 \times 10^{-7} \text{cm/sec}$ 以下となった。

6. おわりに

ベントナイト遮水壁は、現地土を使用するため、配合を決定し、施工計画を立てる必要がある。今回工事では、遮水壁材の圧密特性及び強度増加特性など、今後参考となるデータを収集できた。今後は、更なる実績を積み重ね、体系化していくことが重要である。

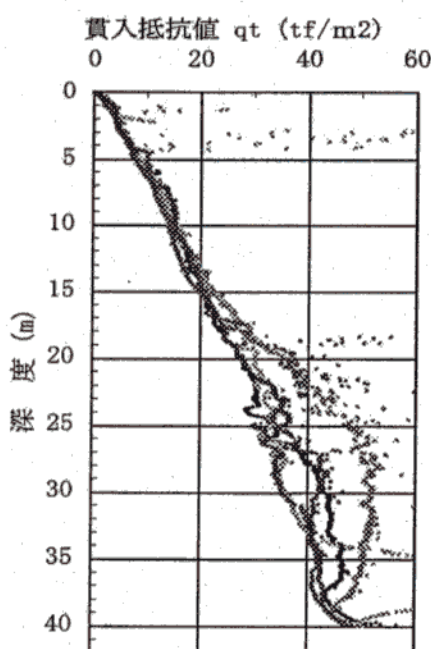


図1 コーン貫入抵抗値

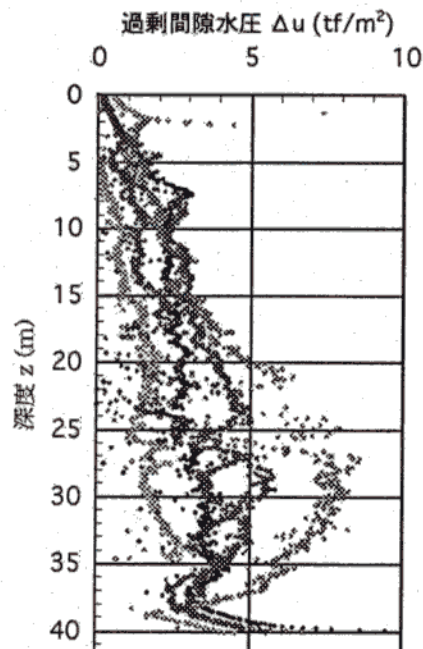


図2 過剰間隙水圧

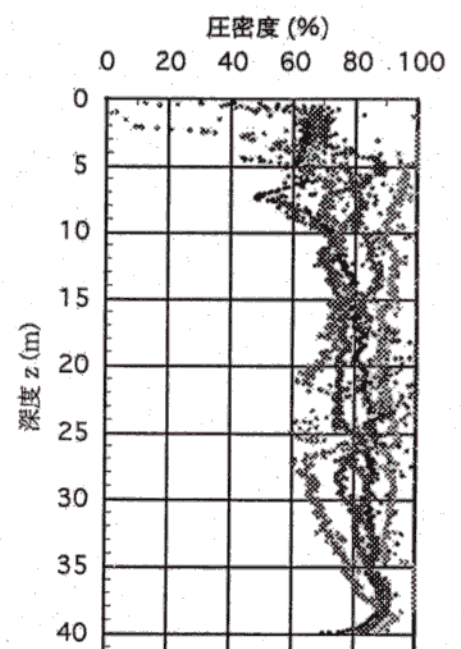


図3 圧密度