

FFU 芯材を用いたソイルセメント柱列式地中連続壁建込時の施工報告

西松建設(株)関東土木支社 正会員 ○金子 博己
 西松建設(株)関東土木支社 久米 満里
 西松建設(株)関東土木支社 中久喜 凜太郎

1. はじめに

本工事は、新潟市中央区幸西～中央区鏡西間を結ぶ2.5kmを泥土圧シールド工法（外径φ3.95m）にて浸水対策のための雨水バイパス管を築造するものである。

泥土圧シールド工法の施工起点となる発進立坑（L9.7m×W7.2m×H20.1m）の土留壁はソイルセメント柱列式地中連続壁であり、シールド機が発進する坑口部の芯材はシールド機にて直接切削することが可能な素材 FFU（Fiber Reinforced Foamed Urethane）が採用されていた。（図-1）

本稿では、新潟市特有の均一な砂地盤において、FFU 芯材を用いたソイルセメント柱列式地中連続壁の計画および施工結果について報告する。

2. 地質概要

施工箇所は信濃川河口の河道に位置し、一帯は深度 5m 程度まで埋土である。施工対象地山の地質は沖積砂層を主体とする均一な砂地盤であり、地盤の特徴としては以下のとおりである。

- ①自然水位が GL-1.0m と高く透水性が高い地盤（透水係数： $5.49 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ ）
- ②施工対象深度で細粒分の少ない As1（砂質土層）および As1 (m)（海成砂層）均等係数 U_c ：3.0 以下が存在する（GL-13.0m 以深）。

3. 施工時の課題と対策

(1) 課題

- ①地山にセメント系懸濁液を注入し、オーガ攪拌することでソイルセメント壁を形成する。地山とセメント系懸濁液が硬化前に分離した場合、ソイルセメント壁の品質の低下や施工性の低下が考えられるため、分離抵抗性の確保が必要となる。
- ②FFU 芯材（写真-1）の比重が 1.0 であるため、ソイルセメントの比重を 1.5～1.9 と設定した結果、芯材挿入時に芯材へ浮力が作用することで不安定となり、所定の建込み精度（1/225）を確保できないリスクがあった。

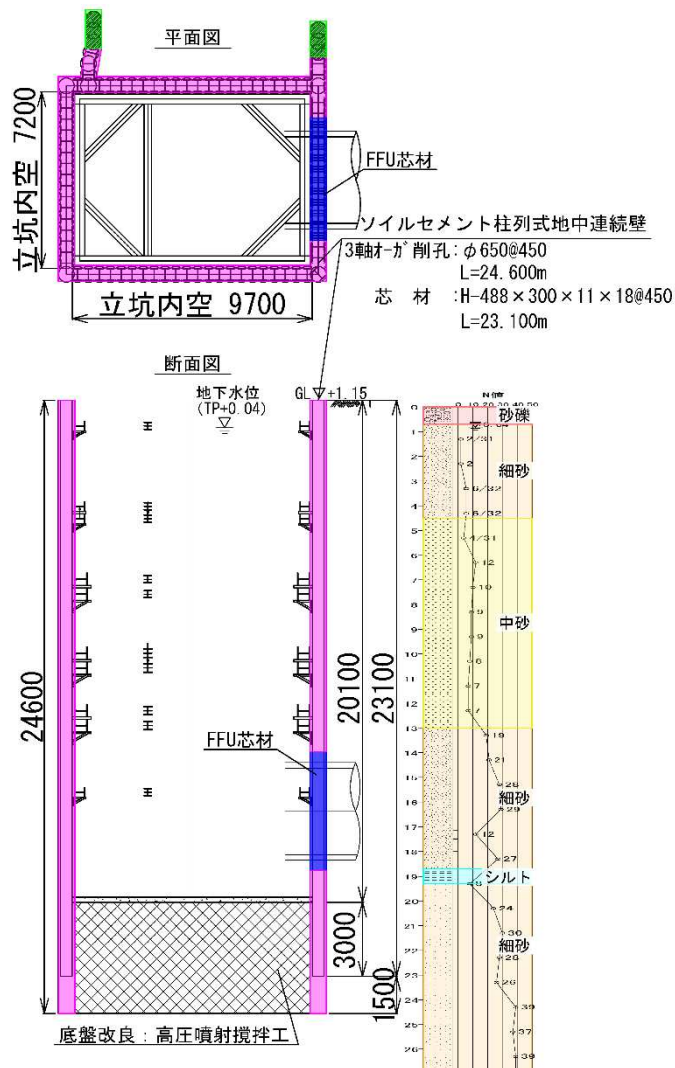


図-1 発進立坑仮設図



写真-1 FFU 芯材

キーワード 柱列式地中連続壁, FFU 芯材の浮力対策, セメント系懸濁液の配合, オーガ削孔干渉
 連絡先 〒105-0001 東京都港区虎ノ門 1-1-18 西松建設株式会社関東土木支社 TEL 03-3502-7558

③FFU 部材の形状が矩形であるため、隣接箇所削孔時のオーガとの干渉するリスクがあった。(図-2)

(2) 対策

①セメント系懸濁液の配合計画

当該地盤のような均等係数の小さい単一砂層での施工において、過去にソイルセメントの未固化によりトラブルが発生した事例を確認した。その原因として、ソイルセメントに添加する流動化剤が過剰に作用することで、材料分離を生じたことが考えられた。当初配合計画と変更配合計画を示す(表-1)。変更箇所は、ベントナイトを当初 5kg から 10kg, 流動化剤 A (高性能分散材・凝結遅延材)・B (高性能分散材・一定時間経過後のセメントに対する凝結促進)を各々半分の量に減らしたことであり、その結果として分散効果を低下させ、分離抵抗性の高い配合計画とした。施工完了後(ソイルセメント硬化後)に地表面からボーリングマシンを用いて3軸オーガラップ箇所のサンプリング(コア採取)を行った。サンプリングをしたコアを用いて強度試験(σ_{28})した結果、設計基準強度 0.5 (N/mm²) に対して 0.7 (N/mm²) の強度が確認できた。また、採取したコアの中には地山が介在しているような状況は確認されず、均一にソイル壁が形成されていることを確認した。

②FFU 芯材挿入時の自重増加対策

FFU 芯材はその両端を H 鋼の芯材と地上で接続し、建込む(シールド切削断面以外は H 鋼)。施工前に建込み時における FFU 部材の浮力検討した結果、自重 1,157kgf に対して、1,273kgf の浮力が作用することとなった(表-2)。FFU 芯材の下端に 200kg の錘を設置(写真-2)することで、FFU 部材上端まで挿入した状態で自重が浮力に対して上回るように設定した。施工中においては、ソイルセメントをサンプリングし、比重が想定値以下であることを確認しながら建込を行った。

③隣接箇所削孔時のオーガ干渉対策

FFU 芯材とオーガとの離隔は 13mm(図-3)であった。施工による所定の建込み精度(1/225)を考慮した場合、FFU 部材は建込み深度 18.5m であるため、FFU 部材の下端では約 85mm 程度の施工誤差が発生し、オーガが FFU 部材と干渉するリスクがあった。オーガが FFU 部材に干渉した場合の損傷リスクを低減するために、3軸オーガの内、最も FFU 芯材に近接するオーガ先端にリングを取付けることで、干渉時の損傷リスクの低減を図った(写真-3)。

4. おわりに

立坑掘削後のソイルセメント壁の表面形状の目視確認や打音確認の結果、孔壁崩壊等による地山の露出はなく、均一に攪拌されており、ソイルセメント壁は適切な品質を確保できた。施工時の芯材とオーガの干渉による FFU 芯材の損傷や FFU 芯材の高止まり等はなく、所定の高さに建込むことができた。今後の柱列式地中連続壁の施工計画および施工において、本報告が一助となれば幸いである。

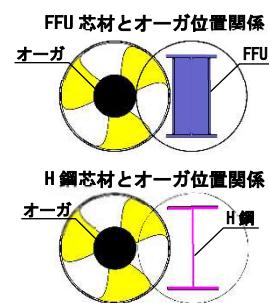


図-2 芯材位置イメージ

表-1 配合計画表

当初配合計画				
固化剤(kg)	ベントナイト(kg)	流動化剤A(kg)	流動化剤B(kg)	水・セメント比(%)
142.3	5.0	4.0	6.0	180~240
変更配合計画				
固化剤(kg)	ベントナイト(kg)	流動化剤A(kg)	流動化剤B(kg)	水・セメント比(%)
150.0	10.0	2.0	3.0	220

表-2 作用浮力算定表

H鋼 (SEW鋼材0.96m含む)	体積 (m ³)	0.0714				
	比重	7.81				
FFU	体積 (m ³)	0.5988				
	比重	1.00				
芯材重量		kgf 1156.5				
ソイルセメント	比重	1.90	1.80	1.70	1.60	1.50
作用浮力		kgf 1273.3	1205.7	1138.7	1071.7	1004.7
差 (必要錘重量)		kgf 116.8	49.2	-17.8	-84.8	-151.8
判定		kgf NG	NG	OK	OK	OK



写真-2 錘設置写真

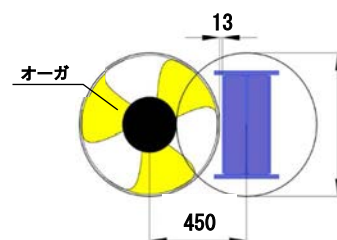


図-3 FFU 部材・オーガ模式図



写真-3 オーガ先端取付リング