

有機質地盤における地中連続壁の配合検討

戸田建設(株) 正会員 ○藤原 邦洋

戸田建設(株) 正会員 富田 剛司

戸田建設(株) 田中 武志

1. はじめに

渡里揚水機場工事は、関東農政局が那珂川水系にて行う農業水利事業で、機場下部本体の施工は、山留工として地中連続壁(深さ 21m)及び切梁腹起方式による開削工法であった。地中連続壁工における事前の室内配合試験では、対象地盤が有機質を多く含む粘性土であったため、ソイルセメントの硬化が阻害され、所定の改良強度が得られなかった。本稿では、有機質土に対する地中連続壁の強度及び流動性確保に対する配合検討について報告する。

2. 地盤条件および施工方法

本工事では、原位置土混合攪拌工法により地中連続壁を造成するが、対象地盤はシルト質粘土層が主体であったため、施工においては、原地盤の攪拌時に微細な気泡を混合させ、気泡のベアリング効果により混合攪拌性を向上させる AWARD-Ccw 工法を採用した。本工法は、気泡を添加しながら地山の貫入掘削を行い、オーガ引上げ時には、消泡剤を添加して改良体には気泡を残存させず、品質を確保する施工法である。このため、同工法にて規定される管理基準に基づいた配合上の管理が必要であった。表-1 に貫入掘削時、引上げ時におけるそれぞれの管理目標値を示す。原地盤の試料採取は、図-1 に示すシルト質粘土層 (GL-7.0m~16.0m) を対象とし、目標強度は実施工時に必要な改良強度 500kN/m² の 2 倍となる 1,000kN/m² に設定して、室内配合試験を実施した。

3. 配合上の課題

当初の室内配合試験では、セメント系硬化材は高炉セメント B 種に設定した。貫入掘削時の起泡剤混合試料はテーブルフロー値 180mm 以上を満足する表-2 の配合を選定した。引上げ時の消泡剤混合試料は、表-2 の配合を基準とし、セメント添加量 250・300・350kg/m³ に対し、水セメント比を 250・275・300%と変化させた 9 パターンの配合を検討した (図-2)。各供試体の一軸圧縮強度 σ_7 の結果より σ_{28} 強度を推定したところ、目標強度 1,000kN/m² に対し、推定強度は最大で 177.6kN/m² と大幅な強度不足となった (強度推定は建築基礎構造指針を参考に $\sigma_{28}/\sigma_7=1.31$ とした)。この結果から、高炉セメント B 種で目標強度を発現させようとした場合、セメント量 1,995kg/m³ という非現実的な配合になってしまうため、セメント系硬化材の種別選定が必要となった。

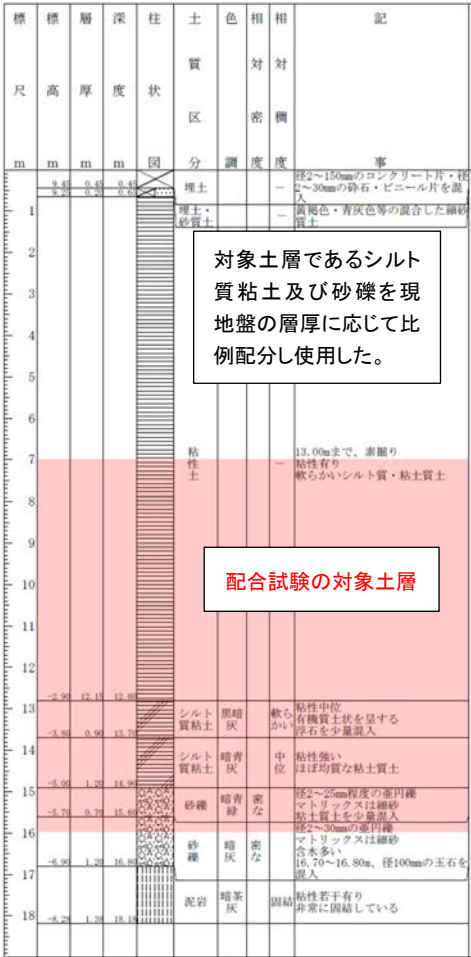


図-1 地中連続壁の対象土層構成

表-1 管理目標値(AWARD-Ccw 工法)

適用	テーブルフロー値 (mm)	圧縮強度 (kN/m ²)	ブリーディング率(%)	透水係数 (cm/sec)
起泡剤混合試料 (貫入掘削時)	180	—	3%未満	—
消泡剤混合試料 (引上げ時)	160(直後) 150(2時間後)	1000 ≤ qu28	3%未満	1.0 × 10 ⁻⁶ 未満

表-2 起泡剤混合試料の配合

固化材 (kg/m ³)	水 (kg/m ³)	起泡剤 (kg/m ³)	W/C (%)
240	648	0.84	270

キーワード 地中連続壁, 有機質土, 配合

連絡先 〒330-0063 埼玉県さいたま市浦和区高砂 2-6-5 戸田建設(株)関東支店土木工事部 TEL 048-827-1335

4. 配合上の対応

4.1 有機質土への対応

強度発現を阻害した要因として、①気泡の残留、②有機質土による影響が考えられる。しかし、供試体の外観確認からは、写真-1に示すような気泡の残留状況の特徴が見られなかった。このため、有機質土が73%を占める地盤構成による影響と考えた。

4.2 特殊土用セメント系固化材の使用

セメント使用量を抑えた上で所定の改良強度を確保するため、特殊土用セメント系固化材の使用を検討した。今回は、高含水比、高有機質土に対応できる固化材としてジオセツ 225 を選定し、固化材種別以外は全て同様の9パターンで第2回配合試験を行った(図-2)。その結果、第1回と比較し強度は上昇傾向にあったが、依然、必要強度を満足する結果を得られなかった。

4.3 水セメント比の低減と遅延材の使用

第2回配合試験結果より、水セメント比を下げることで強度上昇が見込めることが判明した。しかし硬化が早まるため、芯材建込時に高止まりの頻発が懸念された。そこで、施工中の流動性を確保するため遅延材の使用を検討した。検討にあたり水量は固定し、水セメント比を150%以下にして、遅延材を3%程度添加した4パターンについて第3回配合試験を行った(表-3)。

圧縮強度試験結果は、4パターンともσ28強度が目標強度を満足したため、経済性と品質、施工性の観点から検討した。検討の結果、固化材使用量を抑え、芯材建込完了までの流動性の確保が可能と考える固化材250kg/m³、水セメント比150%、遅延剤3%の配合を採用した。経済性の観点から遅延剤使用量は抑えるのが良いが、遅延剤を2%とした配合では、供試体作成から2時間後のテーブルフロー値150mm以上の管理目標値に対する余裕が僅かであった。このため、実施工において、流動性が失われると芯材建込不能や建込精度の低下が想定されるため、遅延剤は3%を採用した(表-4)。

5. 結び

有機質土地盤に対し、特殊土用セメント系固化材と遅延剤の併用により、地中連続壁の改良強度を確保出来た。掘削においては、隅角部からの局所的な漏水が見られたものの、全体的に止水性は良好で、均質な壁体が造成できた。これにより、混合攪拌性を向上させるAWARD-Ccw工法は、有機質地盤に対し有効な工法であると考えられる。配合試験では、限られた試料採取量から試験回数に限界があり、その中で配合試験の組合せを絞り込み、段階的に対策を講じたことで結論を出せた。しかし、実際に得られた試験結果から配合を選択するため、室内配合強度が目標値に対し過大な2,040kN/m²となるなど課題もある。また、試験結果から結論を出せず、再度試料採取が必要となる場合では工程遅延につながるリスクもあったと考えられる。

有機質土に対しては事前検討が重要であり、今後は、配合試験のパターン数増加に対応できる試料採取の確保と、複数の固化材による比較など試験内容を充実させ、より経済的な配合結果を導き出していきたい。

参考文献

- ・気泡掘削工法研究会 AWARD-Ccw 工法技術積算資料 H26 年度版
- ・日本建築学会 建築基礎構造設計指針 2001 年版

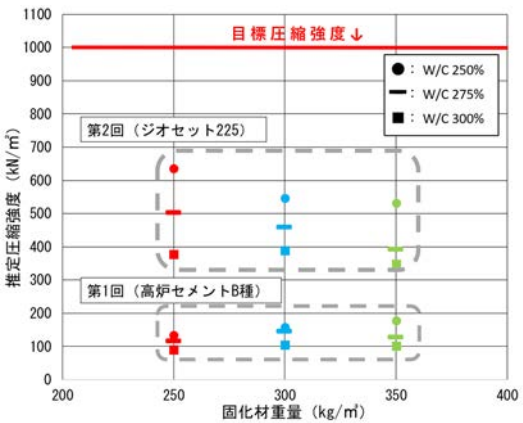


図-2 第1回(高炉セメント)と第2回(ジオセツ 225)による配合強度試験結果



写真-1 気泡が残留した場合の供試体外観例

表-3 第3回配合試験結果(遅延材あり)

固化材 (kg/m ³)	水 (kg/m ³)	W/C (%)	遅延剤 (%)	目標強度 (kN/m ²)	σ28強度 (kN/m ²)	判定
250	375	150	3	1,000	2,205	OK
250	375	150	3	1,000	2,040	OK
300	375	125	3	1,000	3,193	OK
250	375	150	2	1,000	2,314	OK

・最上段のスラリー注入率は掘削時 50%、引抜時 50%
他3パターンは掘削時 80%、引抜時 20%
消泡剤はすべての配合で 0.84kg/m³配合

表-4 フロー試験結果(供試体作成2時間後)

固化材 (kg/m ³)	水 (kg/m ³)	W/C (%)	遅延剤 (%)	管理目標値 (mm)	実測平均値 (mm)	差 (mm)
250	375	150	3	150	205	55
250	375	150	3	150	180	30
300	375	125	3	150	170	20
250	375	150	2	150	156	6