AWARD-Para 工法のフィールド試験（その３：施工性・品質の評価）

西松建設　正会員　○吉野　修，前田建設工業　正会員　安井利彰
戸田建設　正会員　下坂健二，若竹亮，太洋基礎工業　非会員　中田　寛

１．はじめに

(社)気泡工法研究会では，気泡を用いたソイルセメント地中連続壁工法 [1]の更なる施工の効率化およびコスト削減と工期短縮を図ることを目的に AWARD-Para 工法を開発してきた．ここでは，本工法の現場適用性の検証を目的に実施したフィールド試験の結果について報告する．

２．フィールド試験結果

AWARD-Para 工法の特徴である掘削工程と固化工程についてそれぞれの施工性・品質を示し，評価する．**図-1** にフィールド試験おける杭配置および施工順序を示す．

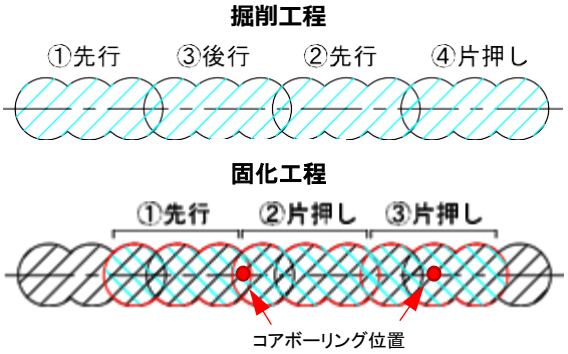


図-1 半接円方式における杭配置

2.1 掘削工程

掘削工程では，半接円方式の杭配置で気泡と少量のセメントスラリーを注入して地盤を掘削し，固化工程における品質確保のため溝壁を低強度で固化した（仮固化）．掘削性能と溝壁の固化状態の確認のためウェットサンプリングにより GL.-5.0m および-9.0m 地点の試料を採取し，気泡安定液の密度および流動性と仮固化土の強度（1 日強度）を確認した．その結果を**表-1** に示す．密度は配合設計から想定されるものに比べ小さく，深度が大きくなるとその傾向が大きい．流動性を TF 値で評価すると想定値よりも小さいものの一般的な目安の TF 値で 135～240mm の範囲内である [2]．仮固化した強度は，固化工程の溝壁安定性と掘削容易性の観点から $200 \geq qu_1 \geq 50$（kN/m²）の範囲を目標としたもののどちらの値も下限値を下回り，強度発現が小さい．施工速度は貫入時の平均 0.74m/min（設定 0.8m/min），引抜き時の平均 2.12m/min（設定 2.0m/min）となり概ね設定どおりに施工できている．

表-1 掘削工程の施工性・品質の測定結果一覧

Panel No.	深度	湿潤密度ρ g/cm³		TF値 mm		圧縮強さqu_1 kN/m²	
掘削1	GL-5.0m	1.617	1.682 (配合設計値)	266	232 (配合設計値)	24.3	134.2 (配合設計値)
	GL-9.0m	1.534		186		23.2	
掘削4	GL-5.0m	1.674	1.687 (配合設計値)	184	224 (配合設計値)	47.3	61 (配合設計値)
	GL-9.0m	1.453		175		28.5	

2.2 固化工程

固化工程では，目違いをなくすために掘削工程と施工芯を 90 ㎝ずらし再削孔し，消泡剤を添加したセメントスラリーを注入した．この時，仮固化土中の気泡が消泡するため排泥の低減が見込める．固化工程における性能確認項目を以下に示す．

1)固化工程専用機による施工性（貫入精度，攪拌性）の確認

貫入精度の評価位置を**図-2**，計測結果一覧を**表-2** に示す．傾きについては概ね鉛直性が確保されているものの，偏心量は壁体軸方向に大きく掘削工程の偏心量が影響している可能性が考えられる．

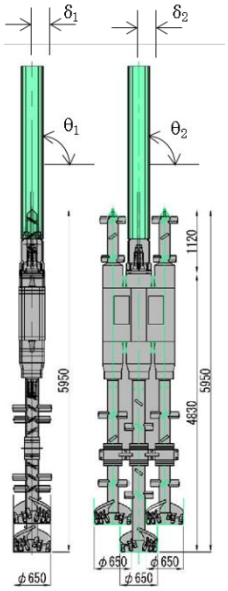
施工速度は貫入時の平均 1.00m/min（設定 1.2m/min），引抜き時の平均 1.92m/min（設定 2.0m/min）となり，仮固化土の掘削に想定より時間がかかっている．固化時の掘削速度は高速施工に関わる重要な要素なのでこ

キーワード　気泡掘削工法，気泡安定液，地中連続壁工法
連絡先　〒105-0004　東京都港区新橋 6－17－21　西松建設株式会社　TEL03-3502-0279

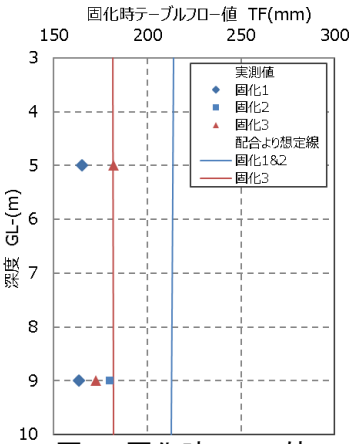
© Japan Society of Civil Engineers

表−2 貫入精度の測定結果一覧

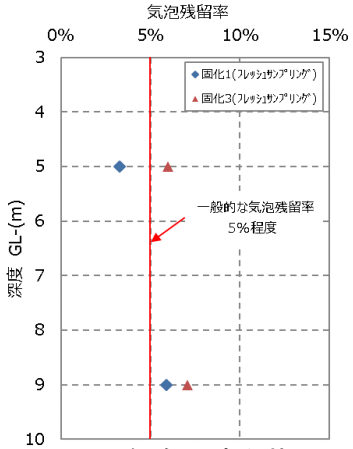
計測箇所	シャフト傾き		シャフトの偏心量		計測箇所	シャフト傾き		シャフトの偏心量	
	θ_1	θ_2	δ_1	δ_2		θ_1	θ_2	δ_1	δ_2
掘削1	90°	90°	+ 6 mm	0 mm	固化1	90°	90°	+ 15 mm	+ 63 mm
掘削2	89.5°	90°	+ 22 mm	+ 50 mm	固化2	90°	89°	+ 5 mm	- 6 mm
掘削3	89.5°	89.5°	+ 18 mm	+ 80 mm	固化3	90°	90°	+ 10 mm	+ 80 mm
掘削4	90°	90°	+ 23 mm	+ 30 mm					



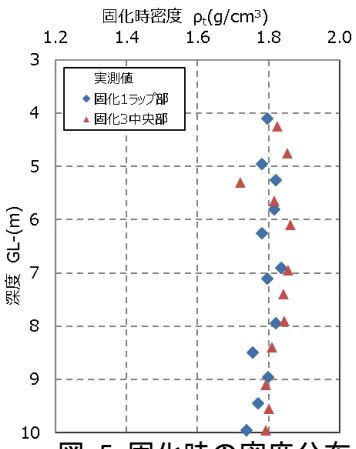
図−2 貫入精度の評価位置



図−3 固化時の TF 値



図−4 気泡の残留状況

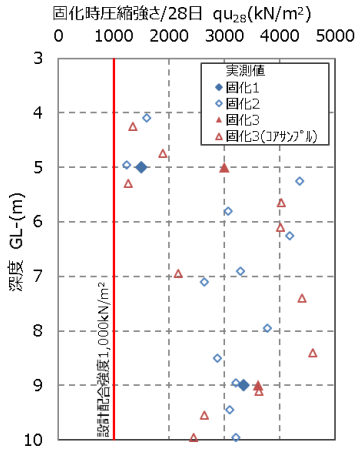


図−5 固化時の密度分布

の改善が課題である．

固化工程終了後，ウェットサンプリングにより採取した試料で TF 値および残留気泡量を計測した結果を**図−3**，**図−4** に示す．TF 値は芯材挿入性を確保できる 150mm 以上であった．さらに芯材挿入試験を実施し，従来と変わらない施工性を確認した．また，気泡残留率は従来の気泡掘削工法では 5%程度であるが、本試験においてもほぼ同程度の消泡率である．

コアボーリングにより試料を採取し造成体の密度と強度を計測した結果を**図−5**，**図−6** に示す．エレメントのラップ部，中央部のいずれも密度は概ね 1.8g/cm^3 で深度に関わらずほぼ一定であり，混合攪拌性は良好と考えられる．強度はバラツキが大きいものの 28 日強度でいずれの値も目標強度を 1,000kN/m^2 を超えている．



図−6 固化時の強度分布

2)溝壁の安定性の確認

仮固化土の 1 日強度 q_{u1} が小さかったため再掘削および引き上げ時においてセメントスラリーやエアーが施工しているエレメントを外れた弱部からの漏出する恐れがあった．しかし，そのような現象は見られず仮固化土が隣り合うエレメントへの影響を与えていないことが確認できた．

3．まとめ

AWARD-Para 工法のフィールド試験を通して施工性・品質等の性能確認をし，半接円施工や貫入・引上げ速度向上による施工効率の向上を図れることを実証した．今後，更なる優位性が高い工法にするため課題の解決や施工性・品質の向上が必要であると考える．

謝辞

本研究は早稲田大学理工学術院の赤木教授のご指導のもと，(社)気泡工法研究会の AWARD-Para 工法開発プロジェクトチームとの共同研究で得られた成果であり,ここに記して謝意を表します．

参考文献

1) 近藤義正，仲山貴司，赤木寛一：掘削土砂に気泡と水を添加した地盤掘削用安定液の開発と適用，土木学会論文集 Vol.64 No.3，pp505-518，2008，7
2) TRD 工法技術・積算マニュアル，TRD 工法協会

© Japan Society of Civil Engineers