

気泡掘削土留め壁 AWARD-Hsm 工法の施工と品質管理 (その1: 施工概要)

安藤ハザマ ○増田 浩二 安藤ハザマ 佐久間 誠也
 安藤ハザマ 大住元 豊 (有)マグマ 近藤 義正
 (有)マグマ 上原 精治 太洋基礎 俵 豊光

1. はじめに

AWARD-Hsm 工法 (AWARD-Horizontal multishaft rotating type cutter Soil Mixing) は、水平多軸回転カッターを使用し、気泡掘削により等厚式のソイルセメント地中連続壁を造成する工法である¹⁾。気泡掘削は、地盤を掘削する際に気泡を添加することで、掘削土の流動性や遮水性を向上させ、固化材量、排泥量の低減を図るものである²⁾。本報(その1)では、開削トンネルの土留め壁に AWARD-Hsm 工法を適用した事例について、施工概要を報告する。

2. 工法概要

AWARD-Hsm 工法の概要を図-1に示す。掘削時は、水平多軸回転カッターの先端から掘削液(気泡+水)を吐出しながら掘削・攪拌を行い、掘削土を流動性の高い気泡混合土にする。造成時は、固化液(消泡剤を添加した固化材スラリー)を注入し、気泡を消泡しながら混合・攪拌を行い、ソイルセメント壁を造成する。施工中は注入材(気泡、水、消泡剤、固化材スラリー)の添加量、気泡混合土のテーブルフロー値や密度および掘削機の各種計測データを測定・管理して施工性を確認する。

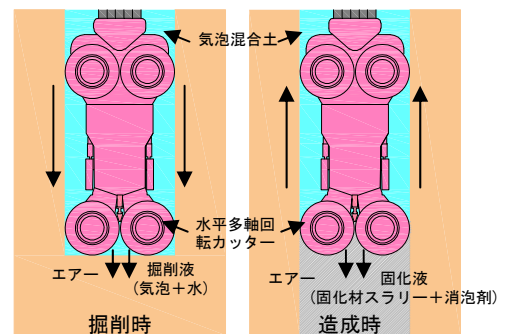


図-1 AWARD-Hsm 工法の概要図

3. 施工概要

3.1 施工機械

AWARD-Hsm 工法の施工機械を写真-1、掘削液の吐出状況を写真-2に示す。施工機械(CSM機:クアトロサイドカッター)は、高さ8.6m、幅4.5m程度とコンパクトであるため、低空頭下や狭隘なヤードでも施工が可能である。さらに、大深度(H=65m)や大壁厚(t=1.2m)の施工が可能である。

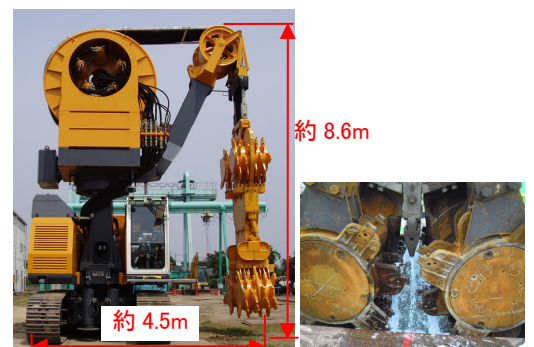


写真-1 施工機械

写真-2 掘削液

3.2 地盤条件

地盤条件とソイルセメント壁との関係を図-2に示す。地盤はGL-0~10mまではN値0~15程度の粘性土と砂質土の互層、GL-10m以深はN値50以上の硬質な砂質土を主体とし、一部に固結した粘性土が薄く介在している。なお、砂質土の透水係数は $2.0 \times 10^{-3} \text{cm/sec}$ 程度と比較的高く、逸水が懸念される層である。ソイルセメント壁の深度は54.5m、開削トンネルの掘削深度は約15mである。

3.3 基本配合

現位置でボーリングを行い、採取した土を用いて室内配合試験を行った。気泡剤の添加量は、気泡混合土のテーブルフロー試験(TF

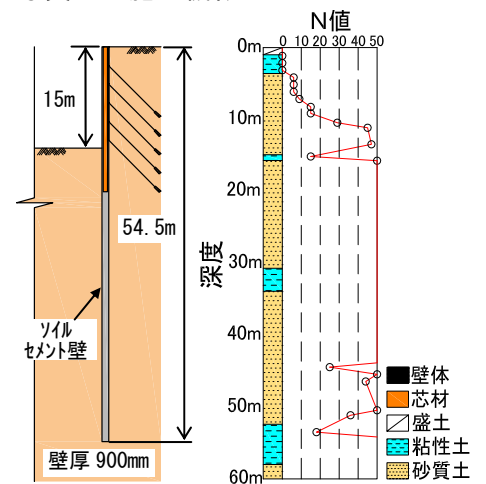


図-2 地盤条件

キーワード ソイルセメント地中連続壁, 気泡掘削, 大深度施工, 排泥量低減

連絡先 〒107-8658 東京都港区赤坂 6-1-20 安藤ハザマ TEL 03-6234-3671

≥150mm) や既往の研究成果をもとに 0.5%とした。固化材量は、ソイルセメント壁の一軸圧縮強度が設計基準強度 ($\sigma_{28}=500\text{kN/m}^2$) の 2 倍以上となるように設定した。掘削液および固化液の基本配合を表-1 に示す。なお、気泡のベアリング効果によって加水量が少なくても掘削土の流動性が確保できるため、水固化材比は一般的なソイルセメント壁工法に比べ小さくなっている。また、消泡剤を添加した固化材スラリーにより、気泡を消泡しながらソイルセメント壁を造成するため、排泥量が低減できる。実施工においては、施工状況に応じて掘削液の気泡添加量などを調整しながら適切な配合を選定することとした。

表-1 掘削液、固化液の基本配合案

掘削液			固化液		
気泡剤の添加率(%)	気泡添加量(ℓ/m^3)	加水量(ℓ/m^3)	固化材量(kg/m^3)	水固化材比 W/C(%)	消泡剤量(ℓ/m^3)
0.5	170	100	150	80	7

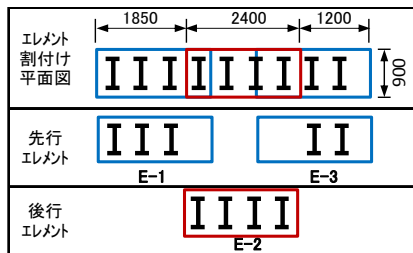


図-4 エレメント割付

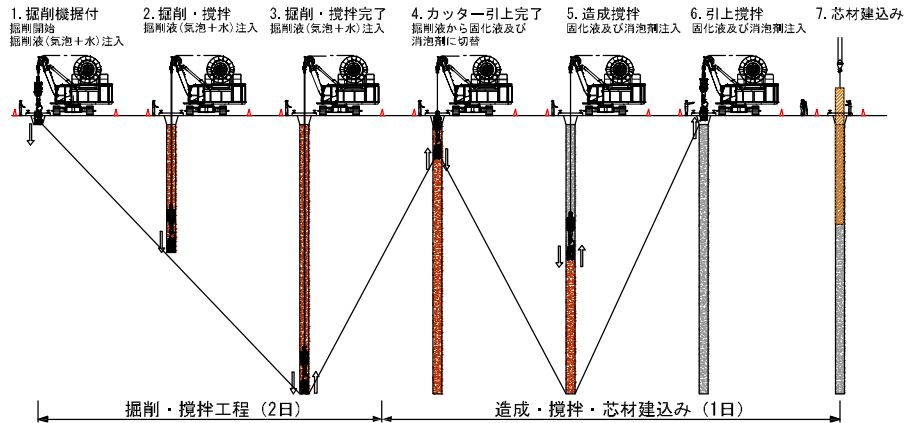


図-3 AWARD-Hsm 工法 施工手順図 (2 サイクル施工)

3.4 施工手順と施工サイクル

AWARD-Hsm 工法の標準的な施工手順を図-3 に示す。深度 54.5m の掘削を 2 日、造成・芯材建込みを 1 日で行う 2 サイクル施工を基本とした。実施工では、まず開削トンネルの掘削工事予定場所で試験施工（1 エレメント）を行い施工性や品質を確認し、その結果を踏まえて本施工（18 エレメント）を実施した。1 エレメントの長さは 2,400mm で、本施工では、先行エレメントを施工し、後行エレメントはカッティング掘削を行いながら施工して、連続した土留め壁体を構築した。標準的なエレメントの割付を図-4 に示す。

3.5 施工管理・品質管理方法

掘削・攪拌時の気泡混合土の管理には、気泡安定管理図（図-5）³⁾を使用する。掘削深度 5m ごとに気泡混合土のテーブルフロー値（TF 値）と比重を測定し、図-5 に示す範囲から大きく外れないように管理した。また、ソイルセメント造成完了後、GL-10m 付近でウェットサンプリングにより試料を採取し、一軸圧縮試験を行った。なお、試験施工で造成したソイルセメント壁体は、開削トンネルの掘削時に掘り出して試料を採取し、一軸圧縮試験を行った。試料の採取位置は、GL-3.5m、-10.0m、-14.0m とした。

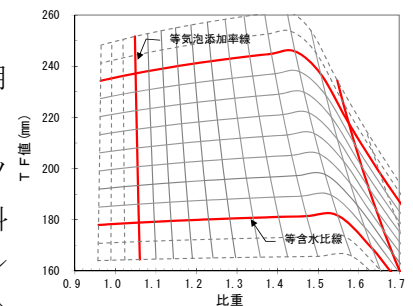


図-5 気泡安定管理図

4. おわりに

本報告では AWARD-Hsm 工法の施工概要を示した。施工性や品質に関する評価を「その 2」⁴⁾で報告する。

参考文献

- 1) 気泡工法研究会：AWARD-Hsm 工法 技術・積算マニュアル
- 2) 赤木寛一：気泡を利用した掘削工法,土木技術,vol.69,No.71,2014.1
- 3) 近藤義正,他：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,P505-518,2008,7
- 4) 佐久間誠也,他：気泡掘削土留め壁 AWARD-Hsm 工法の施工と品質管理（その 2：施工結果）,土木学会第 70 回年次学術講演会,(社)土木学会,2015.9 (投稿中)



写真-3 テーブルフロー測定状況