

気泡掘削工法（地盤改良、等厚式ソイルセメント壁への適用）

気泡掘削、地盤改良、ソイルセメント壁

早稲田大学 赤木 寛一 戸田建設(株) ○ 請川 誠  
 前田建設工業(株) 安井 利彰 (株)ハザマ 佐久間 誠也  
 太洋基礎工業(株) 土屋 敦夫 マグマ 近藤 義正

1. はじめに

気泡掘削工法とは、地盤を掘削する際に微細な気泡（写真-1）を添加することで、掘削土（気泡混合土（写真-2））の流動性と遮水性の向上を図り、発生汚泥量の削減や安全性の高い施工を実現する工法である。気泡掘削工法を地盤改良に適用したのが、AWARD-Demi（アワード・デミ）工法であり、等厚式ソイルセメント壁に適用したのがAWARD-Trend（アワード・トレンド）工法である。気泡を添加した掘削土（気泡混合土）の特徴を述べるとともに、気泡掘削工法を適用した2つの工法概要を述べる。なお、AWARD-Demi工法は、早稲田大学、戸田建設、前田建設、ハザマ、太洋基礎工業、マグマの共同研究成果である。



写真-1 プレフォームング気泡



写真-2 気泡混合土

2. 気泡混合土の特徴

気泡混合土は、以下の特徴を有する。

①溝壁安定性

微細な独立気泡が溝壁周辺の原地盤の土粒子間隙部分に入り込むことで、不透水層を形成する。従来のベントナイトに比べて溝壁内の不透水層の形成が早く、比較的粗い地盤においても不透水層の形成が可能であり、掘削時の溝壁安定性に優れる。（図-1参照）

②気泡によるベアリング効果

気泡のベアリング効果により、加水量が少なくても気泡混合土の流動性が確保できるとともに、カッタービットへの掘削土の付着が少なく、カッター回転トルクが低減し、掘削性能が向上する。（図-2参照）

③消泡による残土の減量化

掘削時に気泡を添加し気泡混合土とした後に、消泡時に消泡剤入りのセメントスラリーを混合攪拌することで、気泡を消泡しながらセメントスラリーが混合攪拌されるため、余剰汚泥の発生量を抑制できる。（図-3参照）

3. AWARD-Demi 工法

(1)工法概要

AWARD-Demi工法は、気泡掘削工法を適用した地盤改良工法であり、貫入掘削時に気泡を添加しながら掘削し、気泡のベアリング効果により混合攪拌性を向上させた地山（気泡混合土）を形成、引上げ時に改良材（消泡剤を添加したセメントスラリー）を添加・攪拌し、気泡を消泡しながら地山とセメントスラリーを混練りし、改良体を造成する工法である。図-4に従来工法、図-5に本工法のイメージを示す。

(2)工法の特長

①貫入掘削時には、気泡のベアリング効果により加水量を低減できるとともに、引上げ時には消泡剤により気泡を消泡しながら改良するため、余剰汚泥量を削減できる。

②添加したセメントスラリーが、余剰汚泥の一部として流出しないので、単位セメント量及びセメントスラリー量を低減できる。

気泡安定液の溝壁安定性

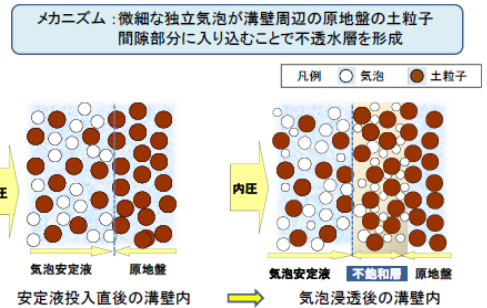


図-1 溝壁安定性の模式図

気泡のベアリング効果

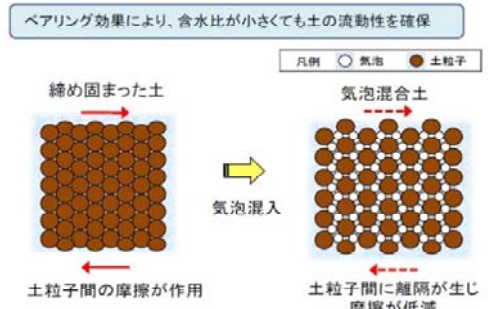


図-2 気泡によるベアリング効果の模式図

消泡による減量化

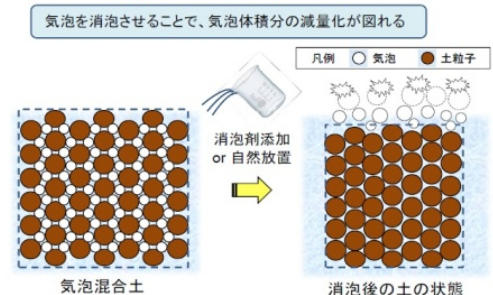


図-3 消泡による残土減量化の模式図

Air-form excavation method (Application to soil stabilization and thickness type soil cement wall)

Waseda Univ. Pro. Hiroaki Akagi, Toda Corp. Makoto Ukegawa, Maeda Corp. Toshiaki Yasui

Hazama Corp. Seiya Sakuma, Taiyokisokougyou Corp. Atsuo Tuchiya, MAGMA Corp. Yoshimasa Kondou

③気泡によるベアリング効果により、カッタービット等への粘性土等の付着が低減できるため、高速混合攪拌の実現により施工品質や施工効率の向上が期待できる

④加水量、セメントスラリーなど地盤に添加する量が少ないため、周辺地盤変状が最小限に抑制される。

⑤余剰汚泥量やセメント量の削減により、工事費が低減できる。

(3) フィールド試験結果

ローム (N=3)、凝灰質粘性 (N=5)、細砂 (N=3) の互層を  $\phi=1000\text{mm}$  (改良深さ 8m) の一軸深層混合処理改良機で、従来方法による施工と本工法による施工を行い、本工法の優位性を確認した。

①AWARD-Demi 工法は、従来工法に比べセメントスラリー量を 48%低減でき、セメント量 75%に低減して添加しても、同等強度の改良体強度が得られた。

②AWARD-Demi 工法は、従来工法に比べ余剰汚泥量を 33%低減できた。

③気泡を添加することで、少量の加水量でも、掘削攪拌は良好であった。

4. AWARD-Trend 工法

(1) 工法概要

AWARD-Trend 工法は、等厚式ソイルセメント地中連続壁工法において、従来のベントナイトの添加にかえて、気泡を用い気泡混合土を形成した後、消泡剤を混入したセメントスラリーを添加・攪拌し、等厚のシームレスなソイルセメント壁を構築する工法である。遮水壁となる他、H 鋼などの芯材やプレキャスト部材を建てこむことにより、土留め壁としても適用できる。

(2) 工法の特長

①掘削時に気泡のベアリング効果により、加水量を低減することともに、セメントスラリーに混入した消泡剤により、泡を消しながらセメントスラリーを攪拌混練するため、余剰汚泥量を削減できる。

②気泡のベアリング効果により掘削土の流動性を高めるとともに、TRD 掘削機による混合・攪拌により、深度方向に強度のバラツキの少なく均一でシームレスな遮水壁の構築が図れる。

③気泡のベアリング効果により、粘性土等のカッタービット等への付着が少なく、施工性が向上する。

(3) 実績

AWARD-Trend 工法は、現在 11 件の施工実績を有しており、ベントナイト添加による掘削に比べて、砂質土で概ね 25%、粘性土で約 33%の余剰汚泥量の削減が確認されている。

5. おわりに

気泡掘削工法は、地盤改良やソイルセメント壁等の様々な分野への応用を行っており、その有効性、経済性を発揮できる技術である。特に震災からの復旧・復興、住環境の再生に役立つ汎用地盤技術として展開することで、社会貢献を果たしていきたいと考える。

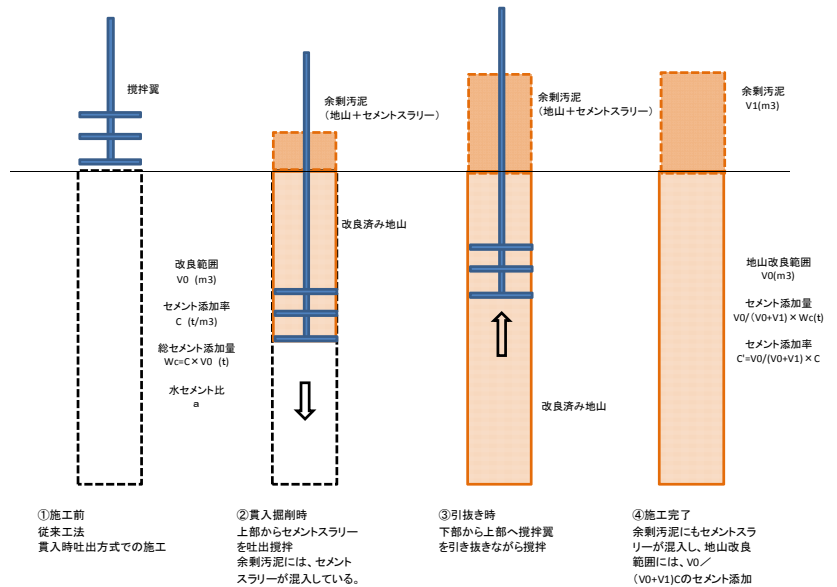


図-4 従来工法の施工イメージ

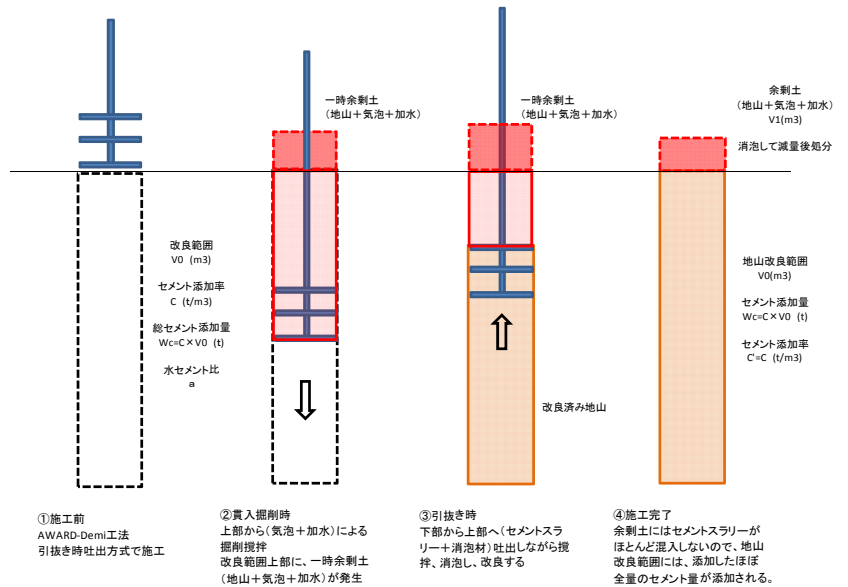


図-5 AWARD-Demi 工法の施工イメージ



上：気泡添加による掘削状況  
右：プレキャスト部材の建込み状況

写真-3 AWARD-Trend 工法の施工状況