CSM 工法におけるアロンソイル適用に関する検討

大成建設株式会社　正会員　○渡邉　健一
大成建設株式会社　正会員　生井　康丈
大成建設株式会社　正会員　古池　章紀

１．はじめに

本工事は,東京都市計画道路である総延長 14 kmの環状 2 号線の未開通となっている豊洲～新橋間のうち,最後の未整備区間である新大橋通りから築地大橋間の道路整備工事である．一部,換気所という地下 3 階の構造で深度が最大で 39mの側壁が鋼製地中連続壁の本体利用となる構造物を擁している．本稿では,鋼製地中連続壁の施工リスク軽減への取り組みとしてソイルセメントに流動性保持混和剤（アロンソイル）を添加することで,ソイルセメントの流動性を向上させるということを実施し,その配合選定過程における,課題と対策について報告する。

２．背景と目的

鋼製地中連続壁の施工方法として採用したCSM工法の課題は,下記に示す3要因により芯材の建込が困難になることであった.

(1).掘削溝内に挿入された駆動部の発熱によりソイルモルタルの水和反応が促進する.
(2).施工深度が大きく,注入材の混合撹拌に時間を要するため,芯材建込までにソイルモルタルが硬化する.
(3).芯材同士を連結する必要があり,芯材の建て込みに手間がかかる.

上記対策として本工事では,対策として施工深度や構造等の施工条件に限定されることなく確実に施工を行うためSMW工法でも用いるアロンソイル（分散効果および遅延効果を備える）を添加しソイルセメントの流動性の向上をはかることとした.

３．配合の要求性能・室内配合試験

CSM 工法は,下記の 3 つの工程に分けることができる.

「掘削工程」掘削用カッタの駆動部とを有する掘削機本体により地山を掘削して掘削溝を形成する
「造成工程」掘削溝内において,掘削機本体を利用して注入液と掘削土とを混合撹拌する
「建込工程」掘削溝内に芯材を建て込む

配合の要求性能として,建込工程時に流動性を確保し(練り混ぜ後 10 時間後までフロー値≧200ｍｍ)次の掘削工程時に自立性を確保（24 時間後に硬化）することが求められた．この性能を満たす配合を選定するため現地盤の土をボーリング試験によって採取し表-1 の配合で試験練りを実施した.

表-1 室内計画配合（掘削液 1m3 当り）

配合 No.	掘削液混合土 (kg)	ｾﾒﾝﾄ (kg)	ﾍﾞﾝﾄﾅｲﾄ (kg)	水 (kg)	ｱﾛﾝｿｲﾙA (kg)	ｱﾛﾝｿｲﾙB (kg)	水/ｾﾒﾝﾄ比 (%)
A-1	1,814	135	5.7	81	4.8	2.4	60
A-2	1,814	135	5.7	81	5.6	2.8	60
A-3	1,814	135	5.7	81	6.4	3.2	60
A-4	1,814	135	7.6	108	4.8	2.4	80
A-5	1,814	135	7.6	108	5.6	2.8	80
A-6	1,814	135	7.6	108	6.4	3.2	80
A-7	1,814	135	9.5	135	4.8	2.4	100
A-8	1,814	135	9.5	135	5.6	2.8	100
A-9	1,814	135	9.5	135	6.4	3.2	100

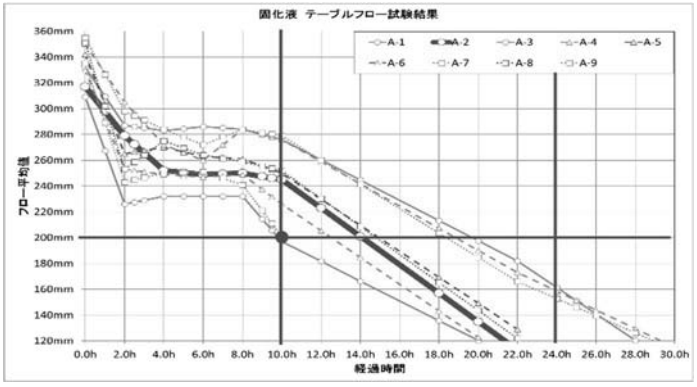


図-1 室内配合結果

４．実施での新たな課題

実施工にあたり室内配合試験結果の A-2 配合を用いて最初のエレメントの造成を行った.ソイルのフローを計測したところ,フロー値の降下時間が室内試験

キーワード　鋼製地中連続壁,CSM 工法,アロンソイル
連絡先　〒104-0045　東京都中央区築地 5-6　大成建設(株)　TEL 03-6264-7650

© Japan Society of Civil Engineers

の約 1/2 程度となったため次エレメントにおいては A-2 配合よりアロンソイルの添加量の多い A-9 配合により造成を行った. しかし, A-9 配合についてもフロー降下が速く目標の流動性が確保できなかったため, 現場での掘削液を使用して現場配合試験を行った.

現場でのフロー降下時間が室内試験より短い要因については, 以下が考えられた.

① 先行エレメントで造成されたソイルを一部掘削するため, 掘削液に掘削されたソイルが含まれ, 室内試験よりも掘削液のシルト分が多くなっている.

② 掘削中に掘削機のカッターの温度が上昇し, 造成液の温度も上昇している.

５．現場配合試験・配合決定

現場試験での要求性能は実施でのフロー値の降下時間が, 室内試験の約 1/2 程度となっているため, 本来, 10 時間後まで流動性を確保し（フロー値 200mm 以上）, その後硬化するというフロー特性を目標としていたものを, 現場試験においては, 時間を 2 倍とし, 20 時間後まで流動性を確保し, その後硬化するというフロー特性もつ配合を選択する.

また, ①の要因が考えられるため, 掘削時に先行エレメントで造成されたソイルを掘削する幅を 2 パターン（大（1,000mm）（基準杭等, 1EL の掘削で 1 条建込の場合）, 小（150mm）（通常の施工, 1EL の掘削で 3 条建込の場合））に分けて試験を行った.

アロンソイルの添加だけでは, ソイルセメントの流動性を 20 時間まで保持することが難しかったため, 遅延剤（パワーキャリブ）も添加することで硬化開始時刻を遅らせることを試みた.

試験の結果, 先行造成ソイル掘削幅が大（1000mm）の場合は B-1 EL6（グラフ-2 参照）, 小（150mm）の場合は C-2 EL11（グラフ-3 参照）が設定条件を満足する配合となった. 実施工においてもこの配合を標準配合として施工を無事に完了させている.

表-2 現場計画配合（掘削液 1m3 当り）

配合 No.	先行造成ソイル掘削幅	セメント (kg)	ベントナイト (kg)	水 (kg)	アロンソイルA (kg)	アロンソイルB (kg)	パワーキャリブ (kg)	水/セメント比 (%)
B-1	大	135	5.7	81	3.6	1.8	5.0	60
B-2	大	135	5.7	81	2.8	1.4	5.0	60
B-3	大	135	5.7	81	3.6	1.8	4.0	60
B-4	大	135	5.7	81	2.8	1.4	4.0	60
B-5	大	135	5.7	81	3.6	1.8	3.0	60
B-6	大	135	5.7	81	2.8	1.4	3.0	60
B-7	大	135	5.7	81	3.6	1.8	6.0	60
B-8	大	135	5.7	81	2.8	1.4	6.0	60
C-1	小	135	5.7	81	3.6	1.8	5.0	60
C-2	小	135	5.7	81	2.8	1.4	5.0	60
C-3	小	135	5.7	81	3.6	1.8	4.0	60
C-4	小	135	5.7	81	2.8	1.4	4.0	60
C-5	小	135	5.7	81	3.6	1.8	3.0	60
C-6	小	135	5.7	81	2.8	1.4	3.0	60

図-2 現場配合結果（大（1,000mm））

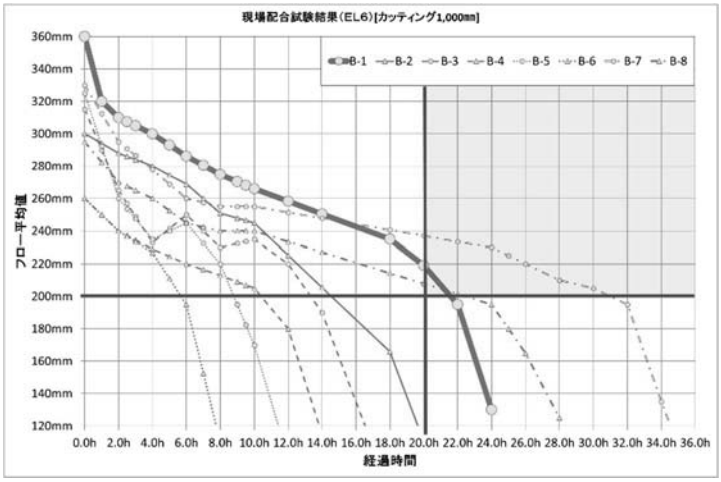
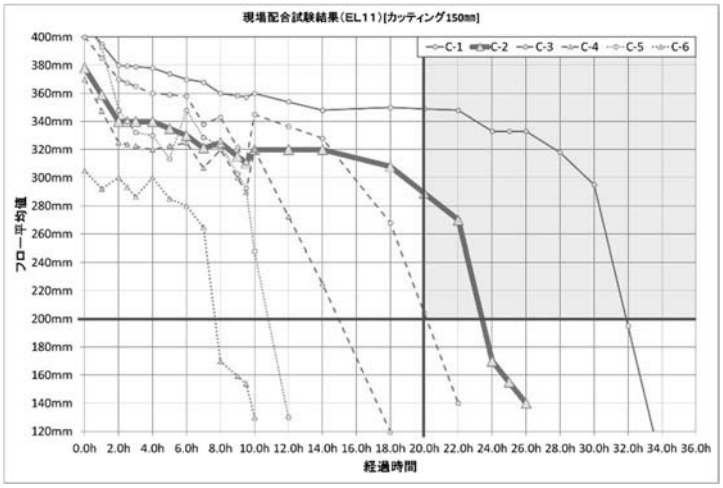


図-3 現場配合結果（小（150mm））



６．おわりに

今回大深度掘削という条件の中での鋼製地中連続壁工の CSM 工法において SMW 工法で使用するアロンソイルを適用させることで建込可能時間を延長させ施工リスクを低減させることを実施した.

実施工において, 室内試験より早く硬化が始まるという課題に対し, 現場配合試験を実施し適切な配合を決定した. 今回の検討において確認できた知見を以下に示す.

① 実施工における流動性保持時間は室内試験の場合の約 1/2 となる.

② 掘削液に含まれるシルト分の割合が流動性保持時間に影響する

③ 遅延剤（パワーキャリブ）を併用することで適切な流動性保持時間を確保することができる.

© Japan Society of Civil Engineers