

大深度厚壁地中連続壁の施工実績

Construction Results of Deep and Thick Diaphragm Wall

中山 肇*	西松 好郎*
Hajime Nakayama	Yoshio Nishimatsu
千葉 正敏*	鈴木 睦*
Masatosi Chiba	Mutsumi Suzuki
野沢 隆一*	栗丸 功*
Ryuichi Nozawa	Isao Kurimaru

要 約

建設省関東地方建設局は、中川・綾瀬川流域の浸水対策として、「首都圏外郭放水路」を建設中である。本工事は、当放水路の第1期工事（延長約6.3km）のほぼ中間に位置し、地下放水路となるシールドトンネルの発進・到達立坑であり、倉松川・中川からの流入施設となる、第3立坑の土留め壁を地中連続壁で施工したものである。この地中連続壁は、壁厚2.1m、掘削深度140mと地中連続壁としては、日本一の大深度を誇るものである。

超大深度厚壁地中連続壁の施工上の問題点に対して、掘削方法（施工精度）、安定液管理、コンクリート打設管理について種々の対策を施し、施工した実績について報告する。

目 次

- § 1. はじめに
- § 2. 工事概要
- § 3. 掘削精度管理
- § 4. 安定液管理
- § 5. コンクリート打設管理
- § 6. おわりに

§ 1. はじめに

埼玉県東部に位置する春日部市・岩槻市一带は、中小河川に囲まれており、地盤が河川の水位より低い低地で、台風などの影響により浸水しやすい地域である。建設省関東地方建設局では、このあたりの浸水被害を食い止めるために、「首都圏外郭放水路」を建設中である。

この工事は、国道16号線の地下約50mに直径10mの地下放水路を建設するもので、大落し古利根川、倉松川、中川ほかの中小河川の増水した水を、増水するまで時間遅れのある江戸川へ放流することによって氾濫を阻止しようとするものである。

本報告は、地下放水路延長約6.3kmのほぼ中間に位置

* 東関東(支)外郭春日部(出)

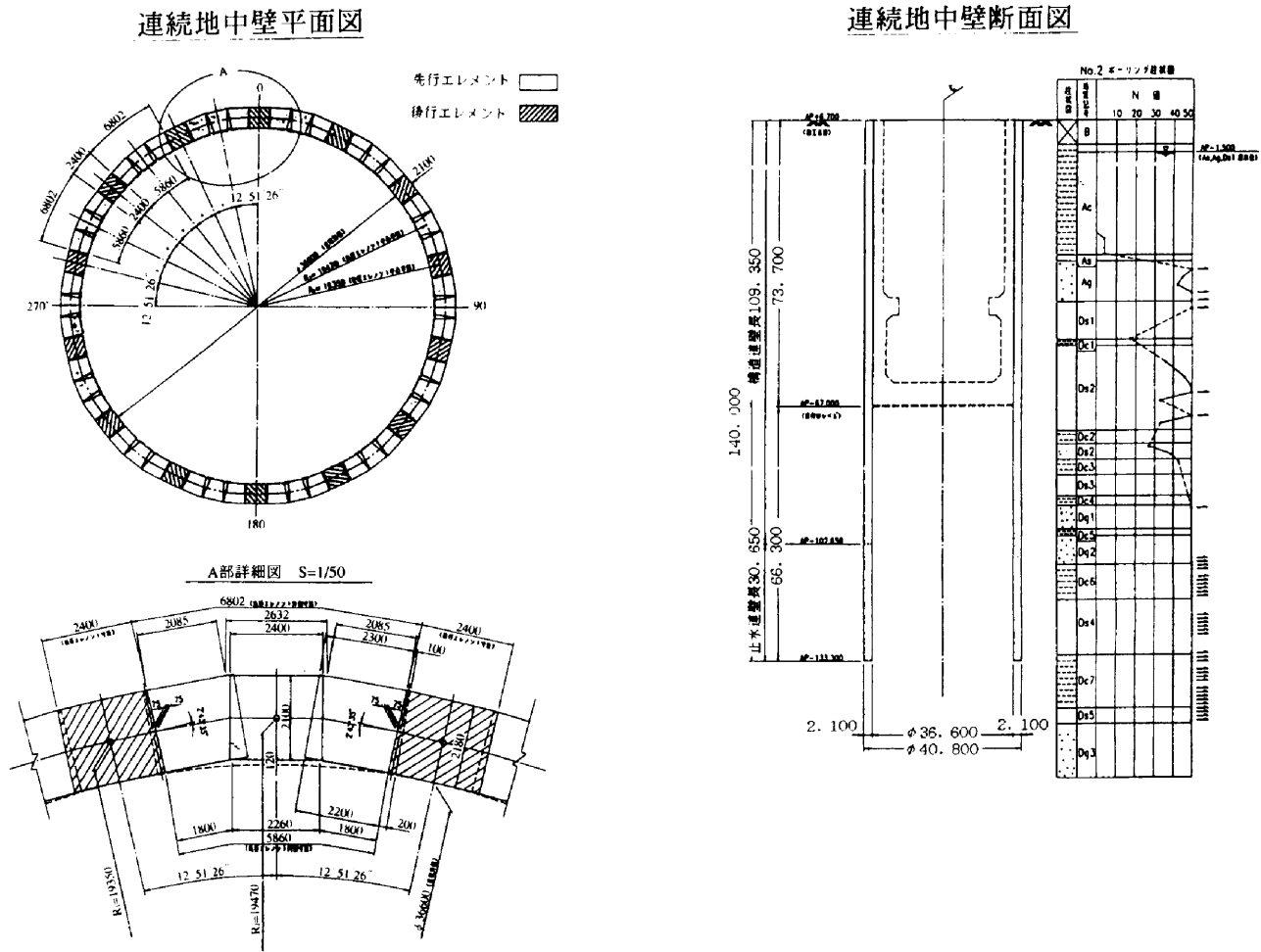


図-1 地中連続壁平面図および断面図

する第3立坑の地中連続壁の施工に関するものである。この立坑は、シールドトンネルの発進・到達立坑であり、倉松川・中川からの流入口を兼ねるものである。地中連続壁は、壁厚2.1m、掘削深度140mで、地中連続壁の実工事としては、日本一の大深度を誇る、100mを超える地中連続壁の施工実績は数例あるが、通常の深度ではみられない現象があると聞いている。本工事はこれらの実績を上回る超大深度施工であるため、施工方法についての慎重な検討を重ね、施工にあたった。その結果の中から、掘削精度管理、安定液管理、コンクリート打設管理についての実績および考察の概略を紹介する。

§ 2. 工事概要

工事名 外郭放水路第3立坑新設工事
 発注者 建設省関東地方建設局江戸川工事事務所
 請負者 西松・三井特定建設工事共同企業体
 工期 自 平成5年3月23日

至 平成7年3月31日 (739日間)

工事一部一時中止 105日間を含む

構成比率 西松60%、三井40%
 工事内容 地中連続壁仮設工事 一式
 地中連続壁工事 一式
 壁 厚 2.1 m
 掘削深度 140 m
 新元素 14 element (3gut)
 銜元素 14 element (台形カッティング)
 内 径 36.6m (円形に近い56多角形)
 掘削土量 37,185 m³
 コンクリート 38,438 m³
 鉄 筋 2,233 t (フレーム鋼材含む)

地中連続壁平面図、および断面図を図-1に示す。

§ 3. 掘削精度管理

掘削精度管理システムについては、技報¹⁾で紹介されているため、詳しくは述べない。ここでは、実際に使用した結果から、使い勝手に関する考察を中心に述べる。写真-1は、掘削機と精度管理架台を正面から撮影したものである。

3-1 架台の据付けについて

掘削精度架台の据付けは、予め測量で架台据付け位置および測定原点（ワイヤ設定位置）を墨出し（マーキング）しておき、これを視準して精度架台を静置（粗決め）した後、XYテーブルで精密決めを行う方法を採用した。

粗決めは、クレーンで慎重に吊り込むことでおおむね問題なく実施できた。精密位置決めは、測定原点に重錘（10kgf）をワイヤで安定液に垂下して、ワイヤをXYテーブル操作によってマーキングに合わせる方法を採用したが、安定液の粘性・比重が大きくなると安定液の流れの影響を受けて位置決めが不正確になることがあった。また、作業員が慣れていない初期の段階では、粗決めが不正確でXYテーブルの作動範囲外にあることもあったため、XYテーブルの作動範囲を若干大きく改造する必要を感じた。さらに、XYテーブルの駆動ハンドルが駆動困難になったものがあり、XYテーブルの仕様向上などの改善が必要と思われる。先行エレメントでは、3gutの掘削手順の関係で、gut間の移動を頻繁に実施する必要があったため、架台を据付けた後、ガイドウォール上に案内ブロックを取り付け再据付けを容易にした。後行エレメントでは、掘削溝の口元に設置した足場に、同様の架台固定用案内ブロックを取り付けて、比較的容易に据付けを実施することができた。

3-2 計測ワイヤの張力による片吊りの影響について

本システムでは、掘削機の左右いずれか一方の前後端部に二つの測定点を設ける方法を採用した。計測ワイヤに100kgfの張力を付与しているため、これが掘削機にシーブを介して400kgfの偏荷重を与えて、掘削機を左右方向に約 $1/300$ rad傾倒させた。この程度の傾斜は、アジャスタブルガイドの操作で、容易に修正可能と考えていたが、実際には次のような問題があった。

- ①オペレータに傾斜に対する無駄な不安を与えた
- ②アジャスタブルガイドの頻繁な操作で、油圧系統に過負荷がかかった
- ③スピニングが多くなる傾向があった（オペレータ談）
- ④カウンタウエイトを付与したが、口切り掘削時（計測システム不使用時）に逆効果であった。

以上の結果からみて、掘削機に偏荷重を与えないよう

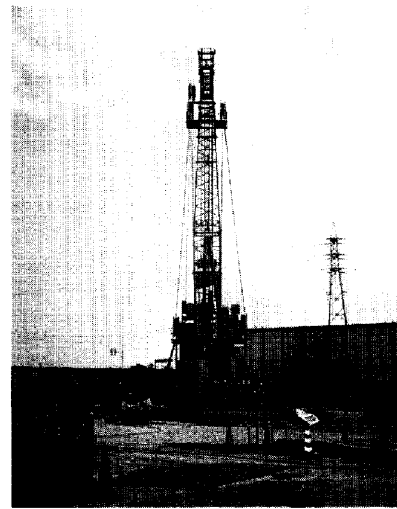


写真-1 精度管理装置での掘削状況

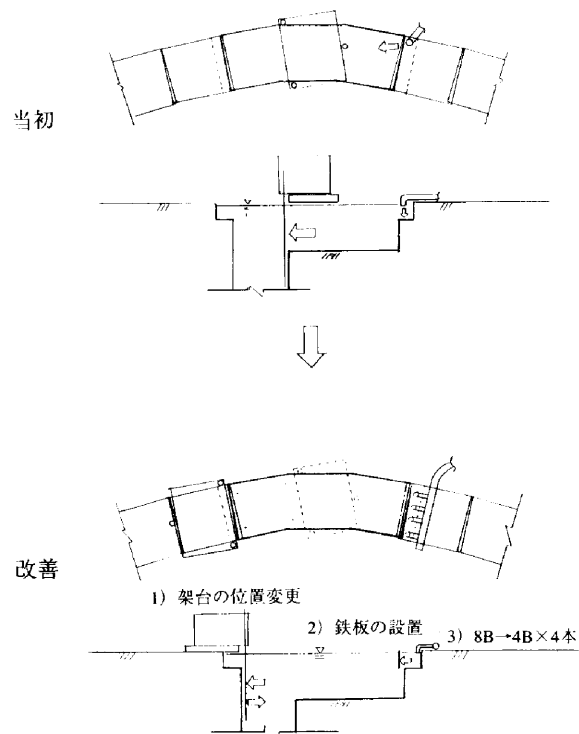


図-2 安定液供給流れの影響

に左右対称位置の2点吊り方式に変更した方がよいと考えられる。

3-3 安定液の供給流の影響

安定液の供給は、図-2に示すように測定ワイヤと干渉しやすい位置に8Bパイプを配置し、約 $6\sim 8$ m³/minで行った。この安定液供給流により測定ワイヤが揺動し、測定値がバラついた。これを解消する方法として、

- ①地山に近い方に架台を据え付けたときの方が、ワイヤの揺れが小さいため、掘削機頭部のワイヤ設置用のシ

ープを左右両側に取り付け、精度管理架台を左右どちらにも取り付けられるようにした。

②安定液の補給箇所をエレメントの端部とし、ワイヤと補給1の間に鉄板（深さ2m）を入れ、安定液の流れが、渦を巻かないようにした。

③8Bの補給1を4Bのホース4本に分け、安定液供給の流れを緩くする

などを試したが、①、②の方法は殆ど効果がなかったが

③の方法には若干の効果があつた。試してみなかったが、シャワー状に安定液を供給できればもう少し効果があつたと思われる。

3-4 安定液性状と測定精度

測定精度は、安定液性状の影響を大きく受けた。前節の安定液供給流の影響量もさることながら、供給停止時の測定精度も含めて、安定液の粘性・比重が大きくなると、測定値は、掘削機の挙動を正確に示さなくなる。本工事の実績では、ファンネル粘性35秒程度、B型粘度100cp程度が測定値を信頼し得る限界と思われる。

参考に、超音波溝壁測定器（光電製作所、DM-684-150、適用深度150m）と安定液性状の関係にふれてみる。超音波溝壁測定器は、ある限界を越えた状態で使用すると大きく揺動した。安定液の劣化が激しい時には、掘削中断後24時間静置しても測定値が安定しないことがあつた（通常は1～2時間静置で測定可能）。メーカー資料によるとファンネル粘性25～26秒以下、比重1.15以下、砂分が少ない状態で使用するのが望ましいとされている。実際には、ファンネル粘性32秒程度でも使用できることもあつた。粘性・比重・砂分の組み合わせで、使用限界が変動するのかもしれないが、若干、余裕のある使用限界を設定している様に思える。ただ、ファンネル粘性25秒程度でもB型粘度が50cpを越えると使用不可能な場合が多かつた。使用限界の指標としては、B型粘度の方が適切と思えた。砂分量は、影像の鮮明さに影響を与えるようで、ある限界を越えるとほとんど壁影を示さなくなる。ちなみに影像の鮮明度は主電源の電圧の安定度の影響も受ける。負荷の動力源と別系統の電源を準備するなどの配慮が必要なことを付記しておく。

以上、二つの精度測定方法の安定液性状の影響度について概略を示したが、概して云うと、精度管理システムの方が、超音波溝壁測定器より安定液性状の劣化に対する安定性は優れているといえる。

3-5 計測ワイヤの切断とワイヤ交換について

掘削精度の計測ワイヤには、バラシングウインチにより約100kgfの張力を与えていたが、ワイヤが切断するというトラブルが頻発した。対策としてバラシングウ

インチの制御方法を変更（電流制御から電圧制御）した結果、ワイヤ切断トラブルはほぼ解消できた。掘削機の振動による張力の変動とバラシングウインチの応答性の関係で張力の変動量が増幅されていたものと考えられる。この他にも、シーブ固定金具や風防との摩擦による切断が若干あつた。

また、ワイヤは端末加工（工場加工）の関係で、切れたワイヤを全て引き出して交換する必要があり、引出し・巻直し作業に数時間を要した。当初、ウインチに逆転機能が付いておらず、引出し・巻直し作業を全て人力で行い、作業員に不評であつたが、逆転機能を付けることで解消した。しかし、長さ330m（140m往復と余裕分）のワイヤの交換時間は、作業効率を大きく低下させた。

また、修復方法の一つとして、切断した部分でジョイントすることも検討したが、直径が大きくなるとシーブから外れやすくなったり、精度が悪くなるため断念した。

3-6 超音波測定結果と掘削精度管理システムとの比較

超音波測定結果と、掘削精度管理システムの記録は、前述のように安定液の影響を受けたり、作動不良等で誤計測を行ったとき以外は、おおむね一致しており、その差は最大で3cm程度であつた。

§ 4. 安定液管理

4-1 安定液の性質

安定液（新液の配合）は表-1の様決定した。管理値は、掘削時の安定液と良液置換後の安定液で異なった値を用いた（表-2参照）。

安定液の性状について少し述べてみる。安定液の望ま

表-1 新液配合

材 料	仕 様	配 合	商品名
ベントナイト	群馬産300メッシュ	30kgf(3.0%)	
C M C	セルローズ系粘度粉末	4kgf(0.4%)	テルホリマー、RB-1
分 散 剤	ポリカルボン酸系液体	2kgf(0.2%)	テルフロー
練 り 水	水道水	1 m ³	

表-2 安定液管理基準

項目	単 位	新 液	掘削時管理値	良液置換後管理値	備 考
比重		1.020	1.020～1.150	1.020～1.100	
砂分率	%	なし	5.0以下	0.5以下	
ファンネル粘度	sec	31.2	20.0～36.0	20.0～30.0	
見かけ粘度	cp		100.0以下	100.0以下	
濾過水量	cc	8.7	30.0以下	20.0以下	
ケーキ厚	mm	0.7	3.0以下	3.0以下	
pH		10.1	7.5～11.5	7.5～11.5	

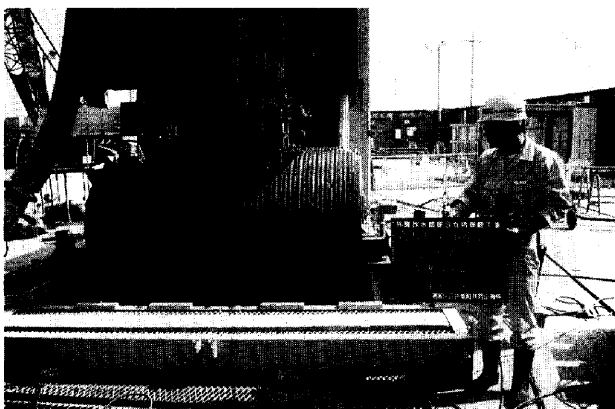
しい性質とは、掘削中には①溝壁の安定をはかり、②土砂をスラリー輸送する（逆循環方式）という2つの役目をもっている。さらに、掘削完了からコンクリート打設完了までは①溝壁の安定をはかりつつ、③スライムの沈降が少なく、④コンクリートと置換されやすいという要件を満足しなければならない。

表一1の安定液は、①、②、③、④の要件を実用的に満足し、かつ、土中のイオンやコンクリートカッティング時およびコンクリート打設時のカルシウムイオンに対する安定性・耐久性を考慮した室内配合試験に基づいて決定した配合である。基本的には掘削時もコンクリート打設時も本配合で良いが、掘削中は③、④の要件はあまり問題とならないことと劣化が進行しやすいことを考慮して管理基準を緩和し、鉄筋籠建て込み直前に、高品質の安定液（良液）に置換するという考え方によったものである。

4-2 安定液の劣化と再生

安定液は、サンドスクリーンで砂分を、スクリュウデカンタで粘土・シルト分を除去しながら循環使用するが、繰り返し使用により劣化が進行する。劣化速度は、粘土・シルト分の混入量が多いほど大きかった。GL±0～-30mの沖積粘性土層では、土砂分離能力不足（特にスクリュウデカンタ）による安定液の劣化を少しでも抑えるために掘削速度を低下させることが多かった。写真一2は、粘性土のドラムへの付着状況で、掘削能率の低下もさることながら、粘土分をすり鉢で安定液中に溶解させるような作用で劣化を促進した。また、コンクリートカッティングを行った後行エレメントでは、カルシウムイオンの混入によって劣化程度は更に激しかった。このため、後行エレメントでは、GL±0～-30mの沖積粘性土層の掘削に使用した安定液は廃棄し、良液に置換えて掘削を再開した。

安定液の試験は、通常1日4回の人力による試験と、



写真一2 ドラム粘着状況

1時間1回の自動安定液管理システムによる試験を併用した。自動安定液管理システムは、配管ラインの閉塞や故障が発生することがあったが、測定値は、人力試験とおおむね一致した。配管系の改善などをおこなえば、安定液を大量使用する場合には、安定液管理ための指標としては有効に活用できると思う。

後行エレメントで安定液の劣化が激しくなってきたら、技術研究所の安定液管理担当者が常駐し、より綿密な品質管理を実施した。また、安定液の品質改善（再生ともいう）のため重曹などを安定液に添加することが多いが、本工事では新しい再生方法を試みた。ペントナイト、分散剤、CMC、重曹の4種混合添加方法である。コンクリートカッティング（Caイオンの混入）で劣化した安定液の再生には、重曹の単独添加よりも、4種混合添加の方が効果が大きい様である。コンクリートカッティング量の多寡（先行エレメントの余掘り量と関連）によって、4種混合添加方法と重曹単独添加方法を使い分けて再生を実施して、良好な品質を維持できた。

重曹単独添加（3m³あたり40kg添加を10バッチ）の再生効果を表一3に、4種混合添加（3m³あたりペントナイト30kg、CMC15kg、分散剤15kg、重曹40kgの添加を10バッチ）の再生効果を表一4に示す。

§ 5. コンクリート打設管理

コンクリート打設に関しては、次の3点について報告する。

表一3 重曹単独添加による再生効果

B-4エレメント：深度100 m

	比重	ファン粘度 (sec)	見掛け粘度 (cp)	濾過水量 (cc)	ケーキ厚 (mm)	砂分率 (%)	pH
再生前	1.145	33.55	147.5	20.5	3.4	2.0	11.5
再生後	1.141	27.20	24.8	17.0	2.6	0.4	10.9

※網掛けは、管理基準を超えた値を示す。

表一4 4種混合添加による再生効果

1) B-11エレメント：深度128 m

	比重	ファン粘度 (sec)	見掛け粘度 (cp)	濾過水量 (cc)	ケーキ厚 (mm)	砂分率 (%)	pH
再生前	1.117	52.90	250.0	20.5	3.4	2.0	11.5
再生後	1.088	24.86	18.5	17.0	2.6	0.4	10.9

2) B-8エレメント：深度88 m

	比重	ファン粘度 (sec)	見掛け粘度 (cp)	濾過水量 (cc)	ケーキ厚 (mm)	砂分率 (%)	pH
再生前	1.103	29.34	282.5	36.6	5.2	0.9	11.2
再生後	1.112	26.43	102.0	39.9	4.1	1.4	11.1

※網掛けは、管理基準を超えた値を示す。

表-5 コンクリート配合一覧表

仕 様	300・18・25BB		300・21・25BB		
	使用時期	94.3~4	94.4~5	94.6~10	94.10~15
AE減水剤の種類	標準型	遅延型	高性能遅延型	遅延型	標準型
AE減水剤製品名	サンフロー-K	サンフロー-R	シオビシSRsR	サンフロー-R	ホゾリスNo.3
セメントの種類	高炉セメントB種				
竹材最大寸法 mm	25	25	25	25	25
ス ラ ン プ cm	21	21	21	21	21
空 気 量 %	4.5	2.0	2.0	4.5	4.5
水セメント比 W/C %	45.8	48.7	48.7	45.8	45.8
細骨材率(s/a) %	42.2	48.0	48.0	44.2	44.2
1 m ³ の配合 (kg/m ³)					
セメント C	389	366	366	420	420
水 W	178	178	178	192	192
粗 骨 材 G	981	929	929	912	912
細 骨 材 S	716	855	855	722	722
混 和 剤 A	0.972	7.320	7.320	1.050	1.050

- ①トレミー管の閉塞
- ②鉄筋籠の浮き上がり、引き込まれ
- ③きりたんぼ現象

使用したコンクリートの配合一覧を表-5に、トレミー管配置、コンクリート打設模式図を図-3に示す。

5-1 トレミー管の閉塞

トレミー管の閉塞は、打設開始直後（GL-140~-130m）と、鉄筋籠下端付近（GL-115~-105m）で多く発生した。

この原因については、以下のように考えた。

(1) 打設方法に起因するもの

- ①トレミー管長が長い為、プランジャーの先端から安定液がコンクリートに回り込み、下端のコンクリートが分離し、粗骨材のアーチアクションにより閉塞する。またはプランジャーが落下中に転倒・変形し、安定液が先端のコンクリートに混入し閉塞する。
- ②1セット目打設完了時は、トレミー管内のコンクリートと安定液の水頭がバランスするところで止まるため、先端のプランジャーがトレミー管から抜けるか抜けないかのギリギリの状態となる。2セット目のミキサ車入れ替えの数分間に先端のコンクリートが自由落下したり、安定液が混入したりして、分離状態になり、粗骨材のアーチアクションにより閉塞する。

(2) コンクリートの配合に起因するもの

- Ⅰスランプが小さい、(配合変更する前)
- Ⅱ大深度に於いては、分離抵抗性が少ないコンクリートであった。
- ③トレミー管落下中に先端部のコンクリートのモルタル

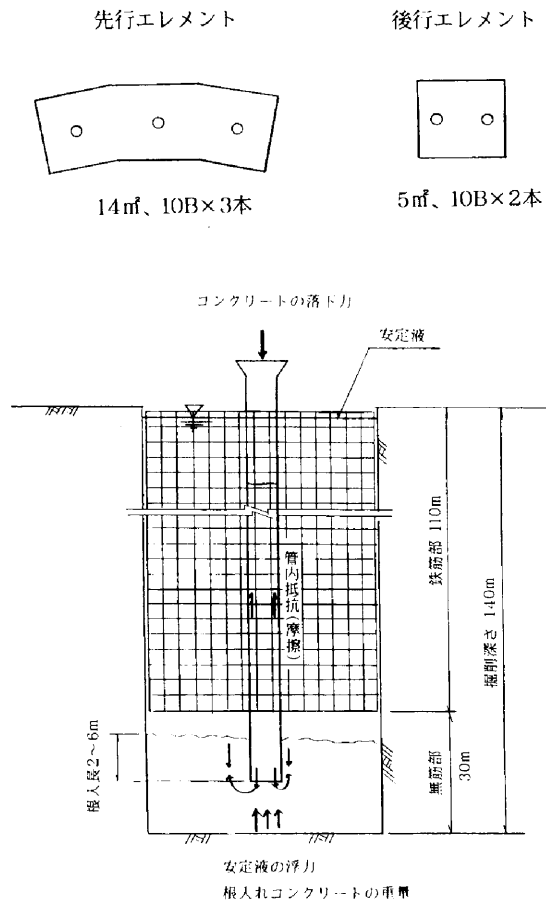


図-3 トレミー管配置とコンクリート打設模式図

ル分が管の内面に付着して、材料分離を起こす。

- ④粗骨材量が多く、安定液の混入による材料分離でアーチアクションを起こし、閉塞する。
- ⑤超高水圧下で連行空気が圧縮されてスランプダウンする。(氣中で21cmのコンクリートのスランプが140m下では、数cmに変化した報告もある)
- ⑥超高水圧下で水分が骨材に吸収され、スランプダウンする。(軽量骨材でよくみられる現象)
- ⑦碎石の使用量が多いコンクリートは、アーチアクションによる閉塞が起りやすい。
- ⑧出荷開始時のコンクリートはスランプのパラツキが大きい傾向がある。

以上の様な閉塞要因に対して、表-6のような対策を採った。

5-2 鉄筋籠の浮き上がり、引き込まれ

(1) 鉄筋籠浮き上がり現象の原因について

30mの「無筋部」のコンクリート打設は、先行エレメントで約4時間、後行エレメントで約2.5時間を要した。この部分には、鉄筋籠がないためコンクリートはほぼ水平な層で押し上げられる形で打設されたものとする。

表一六 トレミー管閉塞の防止対策

対策	内容
施工方法	フランジャーの構造 フランジャー先端からの安定液流入防止、落下中の転倒防止のため、発泡スチロール(又はスポンジ)をフランジャー先端に取り付ける。(効果を判定できなかった)
	打設開始時の連続打設 打設開始時に、コンクリート天端面がトレミー管に1~2mかぶるまでは、大深度に限らず、コンクリートを連続打設する。
コンクリートの配合	スランプ値 スランプは最低でも21cm必要である。(コンクリート温度が10℃以下の低温時には、18cm程度でも可能と思われる)
	1セット目の配合 打設開始時のコンクリートはトレミー管を落下中に、モルタル分がトレミー管内に付着するために閉塞しやすいので、1セット目はトレミー管になじませる意味で、モルタル分が多く、粗骨材の少ない配合で打設する。
	空気量の低減 高圧下での気泡の圧縮によるスランプロスを低減するため、予め空気量の小さい配合とする。
	骨材への散水(ブラント) 高圧下で骨材の吸水によるスランプロスを低減するため夏季においても表乾状態を保つ。
	粗骨材の選定 角張った碎石よりも、玉砂利の方がよい。
	打設初期のスランプ管理 ブラント稼働開始時のコンクリートは、スランプのパラツキが大きい傾向にあるので、スランプ(スランプフロー)管理の頻度を多くする。

なわち、コンクリートの表面は打込まれてから長時間攪乱されることなく上昇するため、この間にコンクリート表面が以下の様な要因と関連して非常に流動性の少ない層を形成したものと考える。この流動性を失った層をここでは「ザブトン」と称して説明を続ける。

考えられる「ザブトン現象」の発生要因としては

- ①コンクリート温度が高いと硬化速度が速く、スランプロスが大きい。
- ②超高圧下では、硬化反応が促進され、予想以上に硬化速度が速い。
- ③鉄筋籠の浮き上がり防止のため、鉄筋籠下端付近でコンクリートの打設速度を落とした場合には、ますます打設面の硬化が進行する。
- ④高水圧下で、連行空気(4.5%)が圧縮されてスランプダウンする。

以上の要因が複雑に絡んである限界を超えたときに浮き上がり現象が発生するものとする。気温・コンクリート温度の上昇に伴い、発生頻度が増え、その押し上げ力も増大した事から推定して、最大要因は①と考へて対処にあたったが、おおむね間違いのない対応ができたと考えている。

(2) 鉄筋籠引き込まれ現象について

この現象は、100m級の地中連続壁で見られたようであるが、引き込まれとしては小さく、鉄筋籠の受け桁(カンザシ)の補強程度で対処できた様である。本工事で経

表一七 鉄筋籠の浮き上がり・引き込まれ対策のまとめ

対策	内容	内容	
		浮き上がり	引き込まれ
適切なコンクリート配合の選定	コンクリートの打ち込み温度に応じて、適切なスランプ保持性能・凝結遅延性のある配合を選定する。AE減水剤(標準型)→AE減水剤(遅延型)→高性能AE減水剤(遅延型、改良型)	○	
打設速度の調整	鉄筋籠下端付近では、浮き上がりの徴候が発現したらすぐに打設速度を遅くして、浮き上がりを防止する。	○	
トレミー管根入れ長管理	原因が「ザブトン現象」と考えられるので、「ザブトン」ができないようにするには、天端面をフレッシュコンクリートに置き換えるために、トレミー管根入れ長さはできるだけ短く(2~5m)で管理する方がよい。	○	
頭部かんざしの受け構造	鉄筋籠を油圧ジャッキで受け、沈下に対してジャッキストロークを調節することで沈下荷重を開放する。ジャッキに荷重計セットし、沈下だけでなく、浮き上がりに対しても徴候がリアルタイムで把握出来るようにする。	○	○
フレーム補強	沈下量がジャッキストローク内で取まらないような沈下現象に対し、受け荷重の設定値を上げてフレームが破断しないように補強する。鉄筋に荷重を負担させても残留応力等の問題がないことがわかったので、フレームと鉄筋の両方に荷重を分担させる様に一体化すれば、フレーム自体の補強は小規模で済む。		○

験した引込まれ力は約280tfと非常に大きかった。

原因としては地山の掘削による弾性変形(応力開放)と、コンクリート打込みによる押し戻し、コンクリート連行空気の圧縮による体積減少、加圧脱水によるコンクリートの圧密である。また、先端支持層の粘性土には、N値30程度の軟らかい層もあるので、コンクリートの自重増加による支持層の圧密も考えられる。これらの要因で、コンクリートが沈降し、ある程度強度の出ている下方では鉄筋との付着力が大きくなっているため、コンクリートと鉄筋籠が共下がりしているものと考えられる。上記の要因はすべて深度に比例して大きくなるもので、大深度連壁では、本現象について常に問題意識を持って対処しなければならないと考えている。

浮き上がり、引き込まれ現象に対してとった対応策をまとめると表一七のようになる。

5-3 きりたんぼ現象

A-3エレメント(4回目)のコンクリート打設時に最終トレミー管を引き抜いたところ、トレミー管下端周囲にコンクリート塊(厚さ20~40cm、長さ4m)が付着しており、取り出したときには、湯気がたっていた。付着した原因は不明だが、トレミー管先端部は打ち始めから打設終了までコンクリート天端近傍にあり、常に安定液の高圧力下(最大14気圧)に置かれていた状態にある。

この様なコンクリート塊が付着した状態でコンクリー

表-8 コア採取結果

項目	試験結果(最大値)	摘要
単位体積重量	2.410 tf/m ³ (+4.4%) (23.6 N/m ³)	通常の水中養生テストピース:2.308 tf/m ³ (22.6 N/m ³)
圧縮強度 σ_c	413 kgf/cm ² (40.5 Mpa)	通常の σ_c =220~230 kgf/cm ² (21.6~22.6 Mpa)
圧縮強度 σ_{cs}	689 kgf/cm ² (67.6 Mpa)	通常の σ_{cs} =360~380 kgf/cm ² (35.3~37.3 Mpa)

トを打設すると、充填性に問題が生ずる危険性があるため、先端トレミー管底部のカラーの切断、先端管へのグリッド塗布を実施した。しかしながら、この様な対策を行ったにも関わらず、A-2エレメント(9回目)でも、巨大なきりたんぼ(最大厚さ50cm程度、長さ10m程度)が発生したが、比較的軟らかく、引き上げ途中に打設足場に当たって壊れた。この他に、薄い膜状のコンクリートの付着は数回みられたが、特段問題にはならなかった。

A-3エレメントのきりたんぼからコア採取し、物性試験をおこなった。参考までにその概要を紹介しておく。

①単位体積重量が、通常の大気圧下のテストピースに比べて4.4%大きい。これは概ね気泡が高圧下で圧縮された体積減少分に相当する。

②圧縮強度は、7日、28日とも通常の2倍程度の強度が発現している。

③引き抜き直後の材令は、最大でも18時間程度であり、この時点で既に大ハンマーでもなかなか壊れないほどの強度(10MPa)を持っていた。(表-8参照)

きりたんぼ引き上げ時の様子を写真-3に示す。

なお、このきりたんぼ現象は、隣接工区(第1立坑、深度125m)においても発生している。

§ 6. おわりに

大深度厚壁地中連続壁の施工について、特に気づいた点についてまとめた。地中連続壁の掘削だけで11箇月に

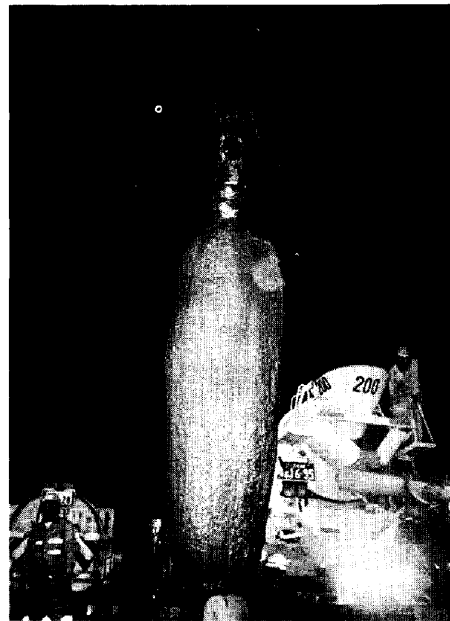


写真-3 きりたんぼ現象が発生したトレミー管引上状況

及ぶ工事を無事完了し、現在は外郭放水路第3立坑新設(その2)工事として掘削深度73.7m、壁厚2.5~3.3mの立坑を地中連続壁内に逆巻き工法で施工中である。

最後に、本工事を施工するにあたり、貴重なご助言、ご協力を賜った本社土木設計部、技術研究所、平塚製作所並びに一般土木委員会の皆様には、この場を借りて感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 西ほか；大深度・厚壁地中連続壁実験報告(その1)(掘削精度管理装置の開発および掘削能率の分析)、西松建設技報VOL.17、PP.17~24
- 2) 武井ほか；大深度・厚壁地中連続壁掘削精度管理システムの開発(システムの概要および実工事への適用)、西松建設技報VOL.18、PP.32~39