

特集 環境・品質管理

表紙：軟弱地盤でのオールケーシング杭の杭径確保のため、施工手順を変更した例（12頁）
（写真提供：岡本土木株）

■特集

国土交通省直轄工事における
セメント改良土の六価クロム溶出への対策について
国土交通省大臣官房技術調査課課長補佐 森田 宏2
「建設リサイクル推進計画2008」の策定について
総合政策局事業総括調整官室施工技術係長 近藤 弘嗣5
ICT活用による施工管理の効率化～トータルステーションを用いた道路土工の出来形管理～
国土交通省総合政策局建設施工企画課 課長補佐 荒井 猛8

■第11回土木施工管理技術論文（優秀論文賞）紹介

軟弱地盤におけるオールケーシング杭の杭径確保
岡本土木株式会社 中渡瀬 喜隆12

■現場の失敗とその反省（品質管理編）

下水道工事での失敗 ⑪-113
盛土工事での失敗について ⑪-214
構造物の床掘削における高さ管理 ⑪-315
寒冷期における舗装施工時の失敗 ⑪-416
鋼桁の温度変化による沓モルタルのひび割れ発生 ⑪-517

■連載特集 仮設構造物（土留め工）のはなし ③底面の破壊（その1）

飛鳥建設㈱土木事業本部技術統括部設計G課長 荒井 幸夫19

■連合会だより

2008年版CPDSガイドライン 主な改訂点
意見交換会紹介（富山県土木施工管理技士会）21

■図書案内

第12回土木施工管理技術論文報告集
技術検定試験問題と解説22

■広告

(株)セメントジャーナル社23
新建新聞社24

国土交通省直轄工事におけるセメント改良土の六価クロム溶出への対策について

国土交通省大臣官房
技術調査課
課長補佐 森田 宏

1. セメント改良土の六価クロムの溶出量に関する環境基準

土壤が有害物質により汚染されると、有害物質が溶け出した地下水（図-1）を飲用すること等により人の健康に影響を及ぼすおそれがある。環境基本法第十六条では、「大気の汚染、水質の汚濁、土壤の汚染及び騒音に係る環境上の条件について、それぞれ、人の健康を保護し、及び生活環境を保全する上で維持されることが望ましい基準」を環境基準として政府が定めることとしており、六価クロムについては、「土壤の汚染に係る環境基準について（平成3年8月23日、環境庁告示第46号）」において、検液1リットルにつき0.05mg以下であることが定められている。

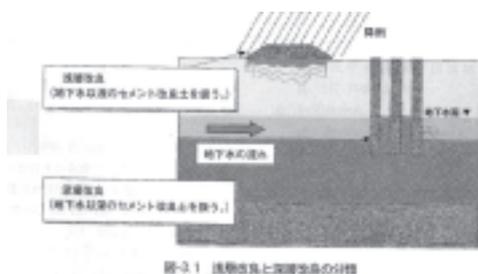


図-1 地下水への流出のイメージ

2. 「セメント系固化処理土検討委員会」における検討と発注者による対策

新たに施工するセメント改良土の安全性を確保することや、既に施工されたセメント改良土の周辺地盤に与える影響を把握す

るために、学識経験者と（独）土木研究所及び行政関係者からなる「セメント系固化処理土検討委員会（以下、委員会という。）」が平成11年12月に設置され、六価クロム溶出試験結果の分析、室内模型実験や数値解析による周辺環境への影響予測等の技術的な検討が行われた。同委員会では、平成15年6月に最終報告書1）を作成しており、適切に対処することで、周辺環境に影響を及ぼすことはない結論付けられている。また、同一の地盤改良材を使用したとしても、使用する地盤によって、溶出量に差異が生じることについても検討されている。

そこで、国土交通省直轄工事において地盤改良を行う場合には、化学物質の含有量も含めた製造業者の自主的な品質管理に加え、配合設計段階において、対象となる土と固化材を混合した試料について溶出試験を行い、土壤環境基準を満足する適切な配合を選定することとしている。

3. 発注者による対策の限界

2007年8月6日に、麻生ラファージュセメント(株)及び太平洋セメント(株)から、「2～3月にかけて九州・中国地区を中心に販売した当該製品の一部のセメント及びセメント系固化材を地盤改良工事に用いた場合、改良土から環境基本法に定める基準を超過する六価クロムが溶出する可能性を否定できないことが判明した。」との発表

があった。すなわち、製造工程において品質管理上の誤りがあり、当該企業の管理基準を超える六価クロムが含まれる製品が流通し、工事請負業者が配合設計時に溶出量を確認した場合であっても、土壤環境基準を超過するおそれが生じたのである。

当該製品を使用した可能性が判明した、島根県、福岡県、佐賀県に出荷された30件の工事について、六価クロム溶出量が土壤環境基準以下であることを確認するため、ただちに、試料を採取し、溶出試験を実施したところ、2件の工事について、土壤環境基準である0.05mg/ℓを超える溶出が明らかになった。ただし、これらの工事

については、対策を強化する必要がある改良土を選定するために設定された第二溶出量基準(1.5mg/L)は超過しておらず、さらに、周辺地盤や地下水からは、土壤環境基準を超える六価クロムの溶出は認められなかった(表-1)。

当該箇所については、長期的にも周辺に土壤環境基準を超える流出のおそれがないことを確認するため、今後2年間にわたり、4回/年のモニタリングを実施する予定である。また、土壤が移転することにより、むやみに有害物質が拡散することの無いよう、管理台帳を作成し、掘削の制限や掘削時の溶出量の確認等を行うこととしてい

表-1 緊急点検の実施結果

都道府県	工事名	地質	固化材の数量	溶出試験		周辺環境への影響	
				配合設計	施工後	周辺土壌	地下水
福岡県	学頭排水機場 樋管新設外工事	粘性土	20t	0.04ppm	<u>0.06ppm</u>	0.02ppm 未満	0.02ppm 未満
	佐賀497号岩立地区 改良工事	レキ質土	87t	0.02ppm	<u>0.14ppm</u>	0.02ppm 未満	0.02ppm 未満

※下線部の試験結果が土壤環境基準を超過。

表-2 対策の基本的な考え方

	周辺地盤・地下水	
	~0.05ppm	0.05ppmを超過
改良土	<p>対策①</p> <p>【必須事項】 台帳による管理、掘削制限、掘削時の溶出量の確認及びモニタリング※1)</p> <p>【検討事項】 遮水対策又は掘削除去※2)</p>	<p>対策②</p> <p>【必須事項】 台帳による管理、掘削制限、掘削時の溶出量の確認及びモニタリング※1)</p> <p>【検討事項】 改良体： 拡散防止策(遮水工、覆土、粘土バリア)又は掘削除去 周辺土壌※3)： 応急対策、不溶化対策、遮水工、覆土、粘土バリア、水質対策等</p>
	<p>対策③</p> <p>【必須事項】 台帳による管理、掘削制限、掘削時の溶出量の確認及びモニタリング※1)</p> <p>【検討事項】 遮水対策又は掘削除去(原則として実施)</p>	<p>対策④</p> <p>【必須事項】 台帳による管理、掘削制限、掘削時の溶出量の確認、モニタリング※1)</p> <p>【検討事項】 改良体： 遮断工又は掘削除去(原則として実施) 周辺土壌： 応急対策、不溶化対策、遮水工、覆土、粘土バリア、水質対策等</p>

※1) 観測井や浸透マス、取水ピット等により、下流側1測点で採水。可能であれば、直下や直近等における採水も検討する。

※2) 対応が困難な場合には、移流分散解析や類似例を参考にすること等により拡散リスクが低いと判断されれば、モニタリングによる対応とすることも可能。

※3) 周辺土壌の対策に、改良対の対策を含めることも可能。

る。なお、問題のある土壌を除去することにより、これらの管理は不用となるが、当該工事については、溶出の程度が比較的低く、周辺への流出も認められないことに加え、既に工事が進捗しており掘削が困難であること、管理体制が整っており長期間な管理も可能であることから、除去については行わないこととした。

4. 今後の課題

セメント中に含まれる六価クロム等の有害物質は、溶出等によって人体に影響を及ぼすおそれがあることはもとより、多数の工事現場へ拡散することにより、広範囲かつ長期的な影響を及ぼす可能性がある。さらには、使用後の対策には多額の費用が必要となり、特に製造者自身へ直接・間接的に大きな負担が生じることなどからも、そ

の品質管理は極めて重要である。

また、今回明らかになったように、使用者による配合設計段階における確認は効果的ではあるものの、限界があることを踏まえ、製造者自身の品質管理がさらに厳格に行われるべきであると考え。本件についても、品質管理の重要性は製造業者も十分認識していたはずであるが、今般、このような事態に至ったことを踏まえて、再発を防止するための一層の対策を講じる必要があるだろう。

- 1) セメント系固化処理土検討委員会：セメント系固化処理土に関する検討最終報告書（案）、2003.6
- 2) (独) 土木研究所：建設工事で遭遇する地盤汚染対応マニュアル（暫定版）、(株)鹿島出版会、2004.5

「建設リサイクル推進計画2008」の策定について

国土交通省総合政策局事業総括調整官室
施工技術係長 近藤 弘嗣

1. はじめに

天然資源に乏しい我が国の持続的発展のためには、3R（リデュース、リユース、リサイクル）の取り組みを充実させ、廃棄物などの循環資源が適正・有効に利用・処分される「循環型社会」を構築していくことが必要であり、産業廃棄物の約2割を排出している建設分野においても応分の役割を果たさなければなりません。しかし、廃棄物の不法投棄量のうち約7割を建設廃棄物が占めています。不法投棄は循環型社会の構築を阻害しているのみならず、自然環境や生活環境の悪化を招き、本来支払うべきコスト以上の負担を社会に転嫁していることにつながっています。

これまで国は、「再生資源の利用の促進に関する法律」（平成3年制定）の趣旨に基づく公共工事におけるリサイクル原則化や、「建設リサイクル法」に基づく特定建設資材廃棄物の分別解体、再資源化の義務付けなどの施策を講じており、その結果、建設廃棄物の再資源化率は民間工事も含めて92%（平成17年度）まで上昇しました。しかし、「リユース」および「リサイクル」については進んでも、「リデュース」すなわち発生抑制についてはまだまだ取り組みの余地があるものと考えられます。

かかる現状を鑑み、国土交通省では、建設リサイクルや建設副産物の適正処理等を推進するための方策について検討を行い、社会資本整備審議会環境部会及び交通政策

審議会交通体系分科会環境部会に設けた小委員会において「建設リサイクル推進に係る方策」を平成20年3月に取りまとめました。またこれを受けて、建設リサイクルの推進に向けた基本的な考え方、目標、具体的施策を取りまとめた「建設リサイクル推進計画2008」を平成20年4月に策定し、関係機関や業団体に周知する予定としております。本計画は国、地方公共団体のみならず民間が行う工事を対象としているもので、その具体的な内容についてご紹介します。

2. 本計画の基本的な考え方について

本計画は、①関係者の意識の向上、②持続可能な社会を実現するための他の環境政策との統合的展開、③民間主体の創造的取り組みを軸とした建設リサイクル市場の育成と技術開発の推進の3本の柱を基本的な考え方としています。

①については、不法投棄の根絶や3Rの推進にあたり、行政はもとより、建設事業及び建設事業に係る物質循環に関わるすべての関係者が循環型社会の形成に向け高い意識を持ち、それぞれの責務を果たすべきであるというものです。関係者には購買者としての国民も含まれます。②については、天然資源の投入量と最終処分量の抑制を図るだけでなく、適正処理の徹底や、再資源化商品の利用に当たっての環境安全性の担保、リサイクルに伴う温室効果ガス排出

への十分な配慮など、リサイクルに当たって自然環境保全や生活環境の保全を図るべきであるというものです。③については、リサイクルに取り組む企業が正当に評価される市場を整備するため、民間主体の創造的な取り組みの効果の「見える化」を進めるとともに、民間の技術開発意欲を高める必要があるというものです。

本計画においては、これらの考えに基づいて国土交通省がとるべき具体的な施策を定め、国土交通省内に設置される「建設廃棄物等対策推進会議」においてフォローアップを実施するものとしております。

3. 目標値の設定

本計画では平成20年度から平成24年度までの5ヵ年を計画期間として、表-1の目標値を設定しました。従前の取り組みで十分な成果が得られているアスファルト・コンクリート塊及びコンクリート塊については現状維持を目標とする一方で、建設発生木材の再資源化率、建設汚泥の再資源

化・縮減率及び建設混合廃棄物の排出量についてはより高い目標を設定しました。

今後、目標達成に向けて次項に示す施策を実施していくとともに、建設副産物の実態調査の結果に基づき、目標達成の進捗状況をフォローアップしていきます。

4. 推進計画に掲げた代表的施策について

①建設副産物物流の「見える化」

建設副産物を再資源化しても製品として再利用されることなく破棄されたり、逆に再資源化されたものの原材料等の情報が不足しているために再生利用しにくいなど、情報不足がリサイクルを阻害している面があるため、建設副産物の発生から再資源化、適正処理及び製品化までの一連の情報追跡及び管理方策について検討します。

②建設リサイクル市場育成のための環境整備

リサイクル市場においては、廃棄物処理を安価で請け負いながら不法投棄をするなど、「悪貨が良貨を駆逐する」事態となる

表-1：建設リサイクル推進計画の目標値

対象品目	指標	推進計画2002 (H17目標)	H17実績	H22目標 (中間目標)	H24目標	H27目標
コンクリート塊	再資源化率	98%以上	98.6%	98%以上	98%以上	98%以上
アスファルト・ コンクリート塊		96%以上	98.1%	98%以上	98%以上	98%以上
建設発生木材		60%	68.2%	75%	77%	80%
建設発生木材 ^{*1}	再資源化・ 縮減率	90%	90.7%	95%	95%以上	95%以上
建設汚泥 ^{*1}		60%	74.5%	80%	82%	85%
建設混合廃棄物	排出量	363.6万t (H12比-25%)	292.8万t	220万t (H17比-25%)	205万t (H17比-30%)	175万t (H17比-40%)
建設廃棄物全 体 ^{*1}	再資源化・ 縮減率	88%	92.2%	93%	94%	94%以上
建設発生土	有効利用 率 ^{*2}	(75%)	(62.9%) 80.1%	85%	87%	90%

※1 縮減を含む。

縮減とは、焼却、脱水などにより廃棄物の量を減ずる行為をいう

※2 () の数値は現場内完結利用を含まない有効利用率

恐れがあります。そこで質の高いリサイクルを推進している企業が公正かつ客観的に評価されるための情報収集・評価・情報発信の効果的な手法について検討します。

また、物質循環が市場として機能するには、建設副産物の発生量に見合った需要が確保されなければなりません。そこで、地域内循環を基本として、地域での需給バランスの均衡に資する、情報収集及び情報発信のあり方について検討します。

③リサイクル技術の開発促進

建設副産物の潜在的な資源価値を引き出すために必要な技術開発（例えば再生骨材の繰り返し利用回数を高めるための技術等）の促進や、効率的な建設副産物物流の構築に資するCO₂削減効果等環境負荷低減効果の算定方法の開発等を促進します。

④発生抑制の推進

予防保全の実施による構造物の延命化や既存官庁施設のリノベーションなど、民間に率先して既存ストックの有効活用を図るとともに、新築においても、住宅の長寿命化（200年住宅）の推進や、設計段階から将来の修繕や解体における廃棄物の発生を考慮するために、設計段階で評価可能な発生抑制に関する指標の策定に向けた検討に取り組んでまいります。

⑤現場分別の徹底に向けて

リサイクルの推進のためには現場分別の徹底が必要となりますが、建設副産物物流が小口化・多品目化することから、これらを効率的に運搬する仕組みが必要となります。そこで、現場の条件に応じた現場分別基準の策定に向けて検討するとともに、小口化・多品目化された建設副産物を巡回し、共同搬送を行う小口巡回共同回収システムについて検討を行います。

⑥品目別の課題について

建設発生土や建設汚泥再生土の利用の促

進の障害となっているのは、それら土の供給に比べて、土の需要が少ないことにあります。そのため、中期的な建設発生土の需給動向を地域レベルで把握し、それを適時設計に織り込んで需給バランスの改善を図る仕組みなど、土の需給バランスの改善方策を検討するとともに、建設発生土の有効利用した砂利採取跡地の自然修復事業など、土需要の掘り起こしに向けた検討を行います。

5. おわりに

建設リサイクル推進計画には前項以外にもさまざまな施策、取り組みについて網羅的に示されておりますが、紙面の都合上割愛させていただきました。本計画に示すとおり、建設リサイクルは、建設事業及び建設事業に係る物質循環に関わるすべての関係者が取り組むべきものであるため、それだけに取り組むべき事項がかなりの数に及ぶものと考えております。

国土交通省としては、これら施策に着実に取り組むことはもちろんのこと、建設事業に携わる方のみならず、広く国民に向けて建設リサイクルの理解と協力を求めるとともに、関係者が連携を図り建設リサイクルに取り組める環境整備に努めてまいります。

国土交通省のリサイクルホームページ
<http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/region/recycle/>

ICT活用による施工管理の効率化

～トータルステーションを用いた道路土工の出来形管理～

国土交通省総合政策局
建設施工企画課
課長補佐 荒井 猛

1. はじめに

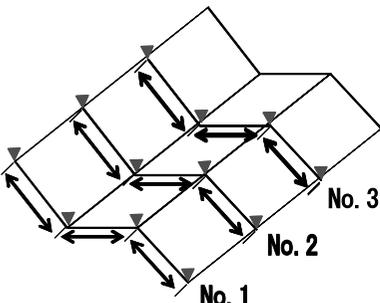
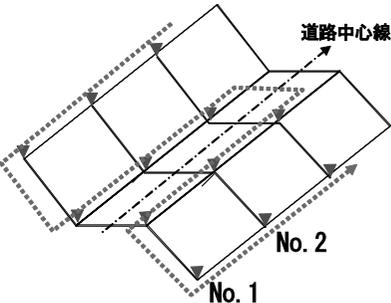
情報通信技術（Information and Communication Technology（以下ICTという））を利用した施工技術によって、施工現場の効率化・品質の確保・コスト削減等が期待できるため、国土交通省では、ICTを活用した施工の合理化、品質向上のための取り組みを進めています。この一環として、従来一般的に使われている巻尺・レベルによる計測に代わるトータルステーション（以下TSという）による計測方法を施工管理面に活用するため、「施工管理データを搭載したTS」による出来形管理要領の策定に取り組んでいます。これまで現場で試行を重ね、平成19年度より道路土工のTSによる出来形管理の運用を開始したので、その概要について紹介いたします。

2. 導入のねらい

TSによる出来形管理は、施工時の品質確保と出来形計測作業や監督・検査の効率化を図るために導入を促進するものです。

出来形管理用TSは、施工時の品質確保として設計情報と関連をもたせた3次元の座標データとして計測点を取得することができます。また、取得した計測点は、出来形管理用TSを利用することにより、現地で誘導して再現することができるため、監督者や検査者は、取得した計測点の座標データをTSで誘導することで、正しい座標が取得されているか確認することができます。

あわせて、取得した座標データを基に、出来形帳票を簡便に作成することができるので、帳票への転記ミスを無くし、信頼性の高い出来形帳票を作成することができま

項目	現行の計測方法	TSによる出来形管理
計測範囲		
計測点数	12point	12point
計測時間	50min	32min
計測効率	4.2min/point	2.7min/point

図－1 巻尺・レベルによる現行方法とTSによる計測効率の比較

す。また、日々の施工管理でも、設計データを搭載しているため、現地の任意の箇所でも簡単に設計との差を確認することができるため、施工修正などの作業指示を容易に行うことができます。

作業の効率化としては、計測する時間を短縮することができ、計測作業の効率化が図られるとともに、出来形帳票作成が簡便に行えます。図-1は巻尺・レベルによる現行方法とTSによる計測効率の比較です。

また、監督・検査のため現場立会い時には、確認したい箇所を指定して計測し、設計との差を瞬時に確認することが可能となります。さらに出来形管理での使用に加えて、丁張り作業時に出来形管理用TSを使って作業を効率化することも可能であり、上手く利用することにより施工コスト削減へ寄与することが期待されます。

3. TSによる出来形管理

TS出来形管理のシステムは、基本設計データの作成、出来形の計測、出来形管理帳票の作成という3段階で構成されます。図-2にTSによる出来形管理の流れを示します。

基本設計データの作成は、発注書類として提示される詳細設計の線形計算書、平面図、縦断図、横断図という各々2次元の情報をもとに、3次元の基本設計データを作

成するものです。

出来形計測は、基本設計データを搭載した出来形管理用TSを用いて、出来形の計測を行い、計測すると同時に表示される設計値と計測値を比較して、規格値を満たしているか否かの確認ができます。一般的に、施工者は測定基準に則った間隔の「管理断面」において、規格値を満足するよう出来形の管理を行います。

出来形帳票作成は、基本設計データとTSによる出来形計測結果を用いて、施工管理や検査で確認される測定結果一覧表や出来形管理図表の作成を自動的に行います。

4. TSによる出来形管理要領

TS出来形管理システムを施工現場で利用するために、「施工管理データを搭載したトータルステーションによる出来形管理要領(案)」(道路土工編)¹⁾(以下、出来形管理要領という)を作成し、平成19年度から運用しています。出来形管理要領は、基本設計データの作成方法、機器の利用方法、既知の基準点設置方法、出来形の計測箇所、電子納品方法について記述しています。TSによる出来形計測方法は、道路中心線からの離れ距離と比高差から現行と同様の法長・小段幅の長さ・高さを計算します。出来形の計測箇所は、従来の土木施工



図-2 TSによる出来形管理の流れ

管理基準にしたがい40mに1箇所としています。なお、TSによる出来形管理要領の作成は、図-3に示す「国土交通省CALIS/ECアクションプログラム2005」における目標-16「工事施工中の情報共有・交換の効率化」に位置づけられた取り組みとなっています。

5. おわりに

TSによる出来形管理は、平成19年度から運用を開始した道路土工に続き、同じ土工の工種である河川土工、さらに舗装工や小構造物工などの道路付随工種への導入を図るための検討を進めています。また、出来形管理用TSで取得した3次元の座標データを基にそれらを道路基盤データ作成や土量計算・法面数量計算に活用できるようなソフトウェアの開発を行い、さらに活用範囲を広げて施工効率の向上を図っていきたいと考えています。

ICTの施工現場への活用策の1つであるTSを用いた出来形管理についてご紹介いたしましたが、ICTを活用した新しい施工技術（情報化施工）は、施工品質の向上や、熟練度に左右されない均質で高品質な施工などを実現する方法として、これまでも試行工事や施工管理要領等の基準類の整備を進めてきており、一部の大規模工事等では

既に導入されているところですが、一般の工事への普及には至っていないのが現状となっています。国土交通省では、『国土交通分野イノベーション推進大綱 [H19.5公表]』²⁾においても、情報化施工により施工の効率化、生産性の向上を図ることとしており、戦略的な普及促進を図るため、産学官連携の「情報化施工推進会議」³⁾を平成20年2月に設置し、本年7月には、具体的目標や課題解決に向けた制度面、技術面の方策、スケジュールを取りまとめた推進戦略を策定することとしています。

【参考 詳細は以下をご参照下さい】

- 1) 「施工管理データを搭載したトータルステーションによる出来形管理要領（案）」（道路土工編）[URL] http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha07/01/010406_2_.html
- 2) 「ICTが変える、私たちの暮らし～国土交通分野イノベーション推進大綱～」[URL] http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha07/01/010525_3_.html
- 3) 「情報化施工推進会議」[URL] http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/kensetsusekou/kondankai/ICTsekou/ICTsekou_index.htm

第12回土木施工管理技術論文の審査と次回の募集について

第12回土木施工管理技術論文募集では、技術論文76編、技術報告81編、計157編の数多くの応募がありました。技士会会員・技士会事務局のご協力に感謝申し上げます。

国土交通省谷口技監を委員長とする技術論文審査委員会・幹事会が3月18日、4月15日、22日の3回開催され、最優秀論文等が決定いたしました。各賞につきましては、当連合会ホームページにて公開しています。また技術論文等の紹介と次回の募集要領については、次号（7月）以降に掲載する予定です。

第11回土木施工管理技術論文（優秀報告賞）紹介 軟弱地盤におけるオールケーシング杭の杭径確保

福岡県土木施工管理技士会
岡本土木株式会社
中渡瀬 喜隆

1. 適用工種

杭径φ1,200、杭長15.0m、掘削深度20.0mの鋼製橋梁下部工における場所打杭であり、橋脚1基につき、杭本数は11本である。

陸上での施工であり、地盤条件は下記のとおりである。

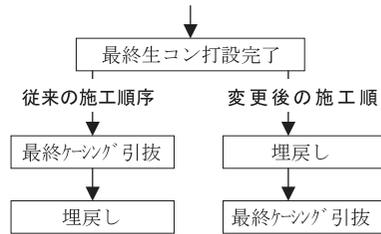


図-1 施工フロー図

2. 問題点

オールケーシング工法は、掘削時にはケーシングにより孔壁は保護されているが、掘削後は生コン打設に伴い、ケーシングを引抜く。そのため、引抜き後は生コンの側圧により孔壁を保護することになる。

また、同工種の国土交通省の実態調査の結果、平成15～17年度において、21件の工事で杭頭部の杭径不足が報告されている。そのほとんどが、N値≤2の軟弱な地盤で多く発生している。

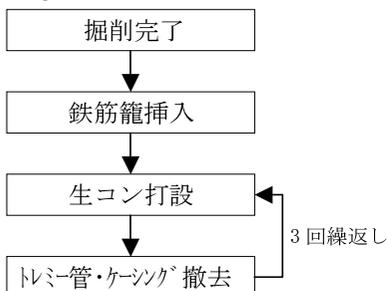


写真-1 ケーシング内土砂の投入状況

3. 工夫・改善点

(1) 施工順序の変更

下記のようにケーシング引抜時の施工順序を変更した。



(2) 最終ケーシング引抜方法の改善

ケーシングを引抜く場合、左右に揺動して引抜くが、従来1回の揺動に対して通常15cm～20cm間隔で引抜く。しかし、その場合、引抜き時の負圧により、軟弱地盤のため杭周囲の土砂が杭中心に引寄せられる場合がある。

4. 効果

杭頭処理前の余盛部の杭径を実測した結果、余盛天端部は公称径より20mm程度小さくなっていたが、杭天端では公称径より30mm大きくなっていた。

下水道工事での失敗

1. 工事内容

当工事は市役所発注による汚水準幹線の設置工事である。

主要工種としては、管布設工（ヒューム管φ200）、人孔設置工、汚水柵設置工、舗装復旧工である。

汚水管の設置深さはGL - 2 ~ 3 m程度であり土留は建込式簡易土留、現場の土質条件は粘性土で地下水はほとんど無い状況であった。

2. 工事の経緯

工事は1日の施工サイクルとして、掘削（土留建込）→管布設→埋戻し（土留引抜）→舗装仮復旧となり、これを繰り返す事となる。

1日の終わりの状況としては最後に布設したヒューム管の部分のみ建込式簡易土留を残す。管口付近迄の厚さ約30cm程度埋戻し、開口部は敷鉄板にて閉塞していた。また管口より土砂等が入らない様に閉塞用止水栓をしていた。

地下水もほとんど無く、順調に進捗していたがある日、夜半に集中豪雨があり翌朝現場に行ってみると土留の周辺が5 cm程度沈下、土留内部は雨水が溜まっていてヒューム管が若干浮いていた（図-1、図-2）。

水中ポンプにて排水したがヒューム管の下に大量の土砂が流れ込んでおり、その土砂を掻き出して管の再設置に1日かかってしまった。

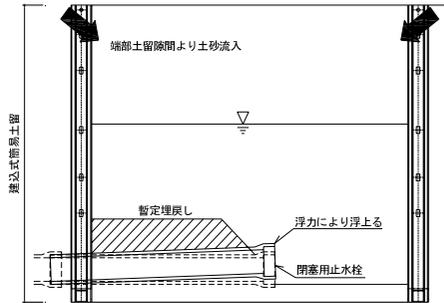


図-1 断面図

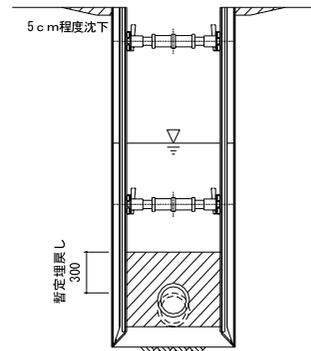


図-2 断面図

3. 反省点

水の浮力を甘くみた為、ヒューム管の重量と若干の埋戻しで管が浮くはずが無いと思込んでしまっていた。また天気予報を見ていれば夜半の雨が予想できており防げた失敗であったと思う。今回は幸いにも土留周辺の沈下による事故も無く、管の再設置も1日で済んだ。しかし一歩間違えれば第三者の事故や多大な復旧作業になった可能性もあり、これからは降雨が予想される時は完全に埋め戻すべきと思う。

土木現場監督にとって水処理は細心の注意を払わねばならない事だと改めて認識できた。

現場の失敗と
その反省
①-2

盛土工事での失敗について

1. 工事内容

当工事は平成13年11月～平成14年3月にかけて、高規格幹線道路整備に伴うパーキング新設盛土工事でエリアには、最大盛土高46m、最大盛土厚10mの腹付け盛土を施工した。

2. 工事の経緯

当該盛土は、旧盛土上に10mの厚さで建設発生土を流用し、腹付盛土の施工を行い完成。

供用後に盛土天端開口亀裂が発生し、盛土表層すべりが生じた。

3. 原因

当該盛土は、旧盛土上に10mの厚さで建設発生土を腹付盛土した。その土質はシラス（砂質土）、ローム（粘性土）、岩砕（レキ質土）等が不均等に混入した。盛土の直接的な崩壊原因は、「①豪雨時の表流水処理の不適」、「②追加盛土時の旧盛土表面の表層処理不足」、「③盛土材の土質不良等による浅層地下水の帯水」などが考えられる。

4. 対策

打込ドレーンにより、盛土内の排水を改良する。降雨時にも水位を上昇させないことによって、所定の安全率を確保する。盛土表面には水抜き土留工を行い、雨裂による浸食を防止するとともに、植生マットにより緑化を確実にを行った。

5. 反省点

平成14年3月に供用開始を控え急速施工を行い、また、他工区からの建設発生土の土質管理が不十分であった。今後高盛土の場合、慎重に施工を行い、十分協議し納得して、品質の良い物を作るため今後の施工に生かしたい。

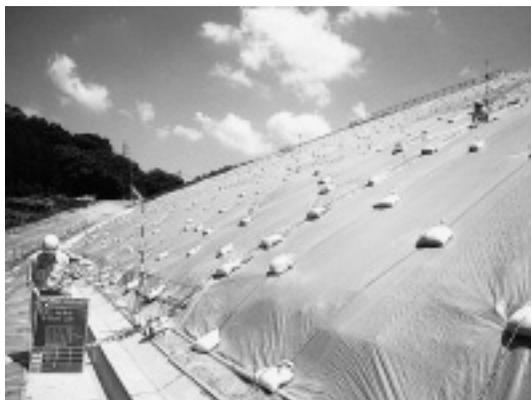


写真-1 法面防護状況



写真-2 対策後完成

現場の失敗と
その反省
①-3

建造物の床掘削における高さ管理

1. 工事内容

ほ場整備における揚水機場工の内、用水吸水槽のコンクリート建造物を構築する工事であった。施工手順は機械掘削、床付けを行い、基礎工（基礎砕石、均しコンクリート）、躯体コンクリート打設（底版、壁、スラブ）の順に行うものであった。

2. 工事の経緯

床掘削を進めると湧水が発生し過掘りで床付面を乱すことの無いように、レベルで常時床高を管理した。また、基礎工までの管理用丁張は機械掘削によりすぐに壊れる恐れがあるため設置しなかった。床付け完了後、基礎砕石の投入直前で、床付面の基準高に問題があることに気付いた。床付けが過掘り状態（計画床付け高より約30cm低い）にあった。原因は基準高での管理を行わず、スタッフの読み値により管理していたことであった。

スタッフの読み値で管理を行う場合、まず床高となる基準の高さを読み、その読み値（例1.0m）を基準値とし、そこから上がり下がりを読み取る方法である。基準値より低い場合はスタッフの読みの数値（例1.5m）が多くなり（例0.5m多い）、高い場合のスタッフの読みの数値（例0.5m）が少なくなる。（例0.5m少ない）（図-1）その原理を利用し管理するはずであったが、スタッフの読み値が基準より多いので、イコール高いと勘違いし過掘りの原因としてしまった。計画の床付け面までの修復は、湧水で状態が悪くなった発生土で、埋め戻すとかえって床面を悪化させることにな

る。また、建造物の沈下の原因にもなることから、基礎砕石を使用し埋め戻した。砕石の過大使用により予測外の費用が掛かってしまった。

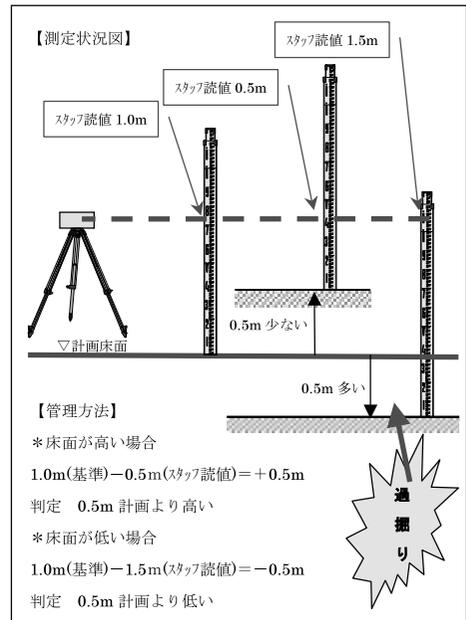


図-1

3. 反省点

手間が掛かっても基準高を持たせたBMから機械高を計算し、常時基準高管理を行うことが第一の誤り防止に繋がるということをひしひしと感じた。

また、今回の失敗は床付面の高さ管理であったので砕石転用で修復できた結果となったが、これが基礎の高さ、躯体の高さの管理となると取り返しの付かないものとなる。

積み上げてきた物を一から造り直すこととなり、費用や工期にもものすごく影響することに恐れを感じた。

現場の失敗と
その反省
①-4

寒冷期における舗装施工時の失敗

1. 工事内容

当工事は平成19年度の11月から12月にかけて、国道を10cm切削しその後基層、表層を施工する工事であった。施工延長約800m、5,800m²を元々の改質Ⅱ型の舗装道路を切削して、基層にポリマー改質Ⅱ型の粗粒度アスコン、表層にはポリマー改質H型-Fを使用した排水性舗装に変更する工事であった。

2. 工事の経緯

本工事は9月下旬に受注し、10月に調査、測量を行い11月から施工を行う工程であった。切削を行いその日のうちに基層まで舗設を完了させて交通開放。この作業を11月初旬から中旬まで行いその後11月下旬に表層をすべて舗装するというものであった。

当工事は舗設時期が寒冷期になるということとアスファルトプラントが近くにないため、運搬時間がかかりアスファルト合材の温度低下が懸念されること。また、ポリマー改質H型-Fという特殊な材料を使用するため温度低下により施工性が困難になると思われた。

そこで試験運搬をして温度低下の幅を確認し保温シートを気温が低いときは2枚使用することを決定した。ここまでは良かったのだが、施工性を確保するためにアスファルトフィニッシャーを締め固め度が高い機械を選択し、さらに排水性舗装の初期転圧には効果的であるといわれる水平振動ローラーを選択してオートで水平振動をかけながら施工、二次転圧にマカダムローラー

を使用し仕上げ転圧にタイヤローラーを使用して施工を行うことを計画した。

実際に施工を行うにあたり、品質確保のため温度管理を徹底し、敷きならし及び初期転圧は最適温度での施工を、二次転圧及び仕上げ転圧を外気温が低い為通常よりも早い時期に施工した。



写真-1



写真-2

写真-1、2のような施工方法を取り、次の日にコアを抜いたところポーラスアスファルトにもかかわらず密度がありすぎて空隙が少ないように思われた。翌日の施工

からは水平振動のオートをマニュアルに切り替え最初の一往復のみを水平振動で、それ以外は振動無しで施工したところ空隙がよりよいものとなった。

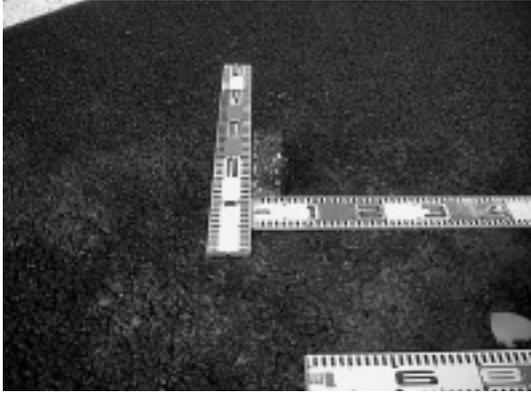


写真-3

3. 反省点

アスファルト合材の温度低下は思っていた以上に少なく転圧温度は確保できたため

空隙の少なさは過転圧が原因だと考えられた。反省としては寒冷期の施工ということとポーラスアスファルトH型-Fという特殊な合材を使用するため初期転圧で密度を確保しようとしてあまりにも締め固め力の高い機械を必要以上にいれてしまったことが原因だと思われる。

普通のフィニッシャーと水平振動ローラーの組み合わせや高締め固め型フィニッシャーとロードローラーの組み合わせなどいろいろ考えられたが現場条件や施工性を考えて安易によい機械をいければよりよい舗装ができると考えてしまったことも反省として挙げられる。

今後同じような舗装工事を施工することが考えられるため今回の工事での反省をふまえて機械の組み合わせなども考慮して、よりよい物を作りだしていく施工体制を築いていきたいと考える。

現場の失敗と
その反省
①-5

鋼桁の温度変化による沓モルタルのひび割れ発生

1. 工事内容

本工事は、平成17年度～平成18年度に行われた災害復旧工事（橋梁上部工事）で、鋼2径間連続非合成板桁橋で主桁6種桁の内、1期施工として、先に4主桁を架設し、床版工（別途工事）を行って、2期施工として供用開始後に残り2主桁の架設を行う工事であった。

2. 工事の経緯

1期工事の供用開始が平成17年の7月に決定されており、架設工期も余裕がなく、冬期間に架設を行う工程であった。

1月に桁を架設し、2月に防寒養生を行いながらゴム沓のモルタルを打設した。防寒養生は沓の廻りをシートで囲い、その中に練炭ストーブを設置して行った。打設後に沓のモルタル状況を確認したら、沓のモルタルにひび割れが発生した箇所が発見された。（写真-1）

このため、発注者の了解を得て、沓座のモルタルを研り、アンカーボルトとモルタルに隙間がないかどうか確認し、再度無収縮モルタル（早強型）を打設する事になった。（写真-2）これにより現場工程に遅れが生じ、発注者に迷惑を掛けてしまった。

3. 原因

施工時期が1～2月で寒暖の差が激しい時期は桁の温度変化による伸縮が顕著になります。また、ゴムの弾性復元力によって、下沓が温度変化によって動くことがあります。

今回の工事は、今までの経験上、桁が温度変化で伸縮するのは上沓だけだと思いこんでしまい、下沓の固定を行わないで、モルタルを打設してしまった事と、事前の検討も不足していた事が原因です。

4. 反省点

今回の工事では気温の変動による桁の伸縮が沓のモルタルにどのような影響を与えるか事前に検討し、さらに、下沓を固定していれば、モルタルにひび割れが生じるような事はなかったと思います。現地工事では過去の経験から学ぶ要素が多いが、経験だけに頼らず、事前にチェックリスト等による検討を行い、必要であれば沓を固定する等の処置を講ずる事が重要であることを痛感しました。



写真-1 沓モルタルのひび割れ状況



写真-2 補修完了

【技士会会員限定のお知らせ】

JCMマンスリーレポートと土木施工管理技術論文がHP（www.ejcm.or.jp）から技士会会員限定で閲覧・用語検索ができるようになりました。

1. （社）全国土木施工管理技士会連合会（JCM）のHP左側のサイト（技士会会員）を選択
2. 技士会員用へのログインで技士会員用画面にログインIDとパスワードを入力（ログインIDとパスワードのお問い合わせは、各所属技士会にお願いいたします。）
3. JCMマンスリーレポート・土木施工管理技術論文の公開を選択してください。



「仮設構造物（土留め工）」のはなし③

3. 底面の破壊（その1）

飛鳥建設(株) 土木事業本部 技術統括部
設計G課長 荒井 幸夫

仮設土留めは、一時的に背面の地盤が崩壊することを防いで目的構造物を作るため、土砂を押さえる機能を持つ構造物です。土留めは土留め壁と支保工で構成されています。しかし、壁を支えるという意味ではもう一つ、掘削面側の底面以下の地盤が大きな要素となっております。一方、土留めでは内側を掘削しますので大なり小なり周りの地盤に何らかの影響を及ぼします。今回は土留め周辺のうち真下の掘削側地盤について見ていくことにします。

掘削が底面に及ぼす作用

掘削の進行に伴い、掘削面側と背面側の力の不均衡が増大し、掘削底面の安定が損なわれる場合があります。地盤の状況に応じた種々の現象が発生する場合があります。掘削がどのように作用するかを見ていきましょう。

図-1のように掘削前には地盤中の各箇所、深さや地盤の種類に応じた土圧が作用しています。鉛直方向には土の重さ、水平方向には鉛直方向の力に応じた力（通常鉛直方向の力に土圧係数と呼ばれる係数が掛かったもの）が作用しています。そして、底面以下とその上部とつり合った状態です。同様に土留め壁の内側と外側はつり合っています。両側から押し合っただけの状態といえます。そこから内側の土を除去した状態を考えると、図-2に示したような変形となります。掘削底面以下の地盤では上載荷重が小さくなり鉛直方向の力が減少します。また、土留め壁の根入れ部から押されるため水平方向の力は大きくなります。

掘削底面の破壊状態

掘削することで底面の安定性が損なわれ

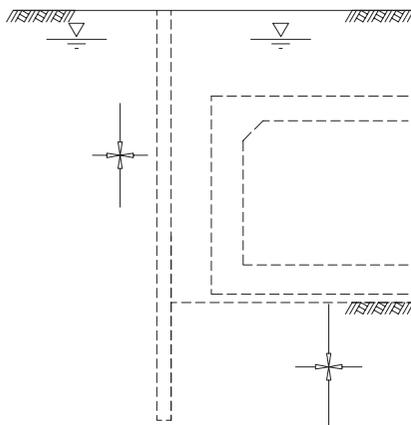


図-1 掘削前の状態

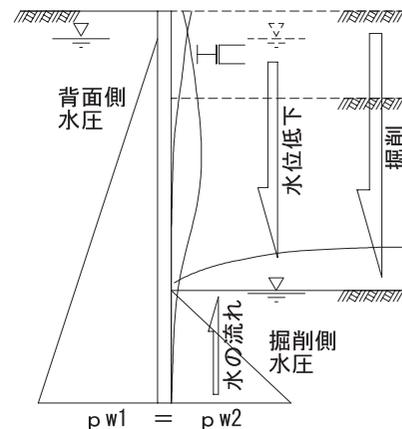


図-2 掘削後の状態

る場合に起こる現象を次に説明します。

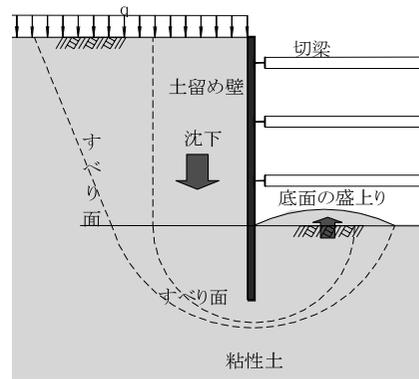
上載圧を除去することにより、背面地盤と掘削面側地盤の重量バランスが崩れ、背面地盤から土留め壁先端を回り込むようにしてすべり面が発生し、掘削底面が持ち上がるようになります。これが図-3(a)に示すヒービングです。軟らかい粘性土など、すべり面に沿うせん断抵抗が小さい場合に発生します。

水圧も段階を追って見ていきますと、掘削前は土留め壁の左右で静水圧分布で等しくなっております。先ほどの図-2では地下水位以下まで掘削を進めた状態を示していますが、掘削面をドライにするため釜場などで排水します。そのため内側の地下水位は掘削面ということになります。一方、土留め壁の先端では背面側と同じ水頭となるため、掘削側の水圧分布は静水圧ではありません。そのため、内側の地盤内では下から上に向かって水の流れが生じています。流速は透水係数の大きさと内外の水頭差によって違ってきます。透水係数の小さい粘性土などでは流速は極端に遅くなりますが、透水係数の大きな砂や礫地盤では流速は早くなります。土粒子はその大きさにより限界流速があり、それを超えると流されてしまいます。クイックサンドと呼ばれる現象です。ある部分で土粒子が流されるとその部分では流速は一層早くなり、底面から砂が沸き立つようになります。これが図-3(b)に示すボイリングです。

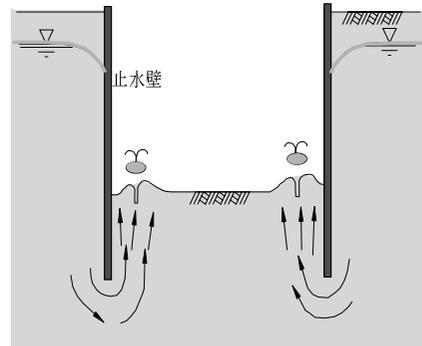
また、流速の遅い粘性土ではその層の下部に高い水頭を持つ砂や礫で構成される層がある場合にはその層の下から水圧となって作用します。掘削により上載圧を除去した状態では上から押さえ込んでいる重量が減少し、揚圧力とのバランスを保てず地盤が持ち上がるようになります。これが図-3(c)に示す盤ぶくれです。持ち上げようとする

力に対して引張力が作用するようになり、限界を超えると亀裂を生じ、そこから土や水が出てきます。

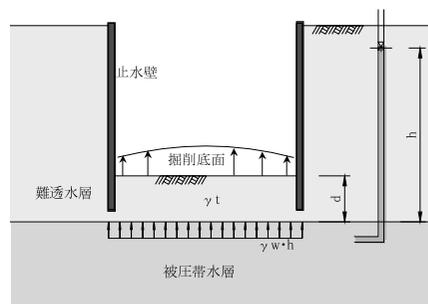
掘削底面の地盤が破壊を起こすと土留め壁を支持できなくなり、土留めは大きく変形します。次号ではこれらの破壊現象に対する対策などを紹介します。



(a) ヒービング



(b) ボイリング



(c) 盤ぶくれ

図-3 底面の破壊状態