

5. 低重心三軸オーガ機による ソイルセメント連続壁の施工

成和機工(株)：矢嶋 壯吉

1. はじめに

地下工事の山留め壁として採用されるソイルセメント連続壁の施工環境は、大深度化、既設構造物との近接、狭隘なスペースでの施工と、近年ますます厳しくなっている。さらに、工期短縮や経済性の追求も加わり、施工機械は大型化し、リーダ長も最大33mにも達している。高いリーダを備えた施工機械は、近隣の住民や通行人に強い威圧感と圧迫感を与え、工事そのものに対する脅威ともなっている。このような現状を踏まえ、作業環境の改善と安全施工の向上を図るため、リーダ高が低い三軸オーガ機が開発された。この機械は、従来機とほぼ同等の施工能率と大深度施工能力を確保しながら、リーダ長が約半分であり、きわめて高い安定性を示す。

ここでは開発機の概要と、この機械を用いた名古屋下水道局発注の楯雨水幹線下水道築造工事の立坑での施工について報告する。

2. 低重心三軸オーガ機の概要

2.1 従来型機との比較

開発機と従来機の諸元比較を表-1に示す。従来型機の安定度はリーダ長33mで7.7度、30mで9.0度である。これに対して開発機は、ロッドに伸縮スクリューを採用することにより、リーダ高を極端に低くし、安定度を15度以上にまで高めている。また、後述するロッド自動供給装置と自動連結装置の併用により、削孔ロッドの継足し回数の増加による施工能率の低下を抑えるよう工夫している。

リーダ長を短くすることで高所作業の危険性は低下し、また図-1の比較図でもわかるようにコンパクトな機械となっている。

2.2 本機の特徴

- リーダ長15mの標準装備で25.3mまで削孔が可能。これ以上の深い削孔が必要な場合は、従来機と同様にロッド供給装置に別の継足しロッドを補充することで対応できる。
- 従来機の安定度(7.7度あるいは9.0度)の約2倍(15.8度)もの高い安定性を有し、5度以内の傾斜地では装備を解除せずに登降坂が可能。
- オーガ駆動部下部に設けたロッド自動連結装置により、ロッドとオーガ本体との連結が自動化されたことにより、従来機では不可避であった高所作業が不要。
- 1本目のロッドはスクリュー部とのテレスコープ型で、また2本目のロッド(継足しロッド)

表-1 開発機と従来機の諸元比較

比較項目	開発機	従来機		
リーダ長(m)	15	30	33	
地上高さ(m)	17.5	32.3	35.3	
削孔深さ(m) (標準装備)	25.3	直線部 23.4	直線部 26.4	
		コーナー部 21.8	コーナー部 23.8	
重心	旋回中心より 前方(m)	0.66	0.55	0.61
	地上高さ(m)	4.6	8.2	9.1
安定度(度)	15.8	9.0	7.7	

は、ベースマシーン回転リーダに取付けられたロッド自動供給装置に抱えられており、自動的に供給・格納ができる。したがって、従来機のように継足しロッドをいわゆる預け孔方式で脱着する必要がない。さらに、供給装置が180度回転できる機構としたため、コーナー部の施工が容易となっている。

- 従来機の下部振止めはワイヤーで吊っており、コーナー施工時には下部振止めを直線部施工時の位置より上位に移動させる必要があり、この分削孔深度が浅くなる。本機では、下部振止めは固定式であるが特殊な機構を採用しているため、コーナー部でも直線部と同じ深度まで削孔が可能。
- ロッドの供給や連結操作はすべて自動化しており、オペレーターはテレビモニターを通じて確認を行うだけとなり、誤作動がない。なお、マニュアル操作に切り替えもできる。

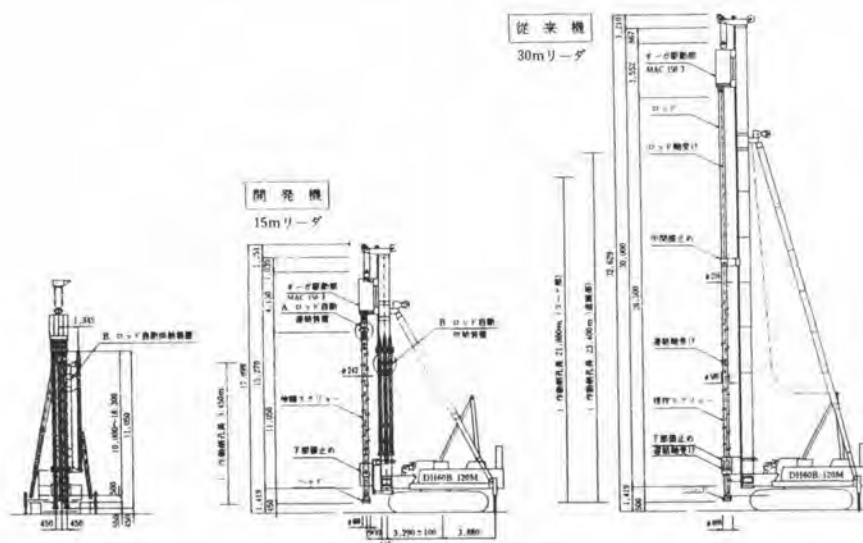


図-1 開発機と従来機の比較図

表-2 立坑土留め量諸元

	J1立坑	J2立坑	J3立坑	合計
平面延長 (m)	24.3	63.0	28.8	
削孔深度 (m)	26.0	27.0	27.0	
山留め面積 (m ²)	631.8	1,701.0	777.6	3,110.4
芯材長 (m)	23.5	23.5	21.5	

共通事項

- 1) 平均壁厚 550mm
- 2) 削孔間隔 450mm
- 3) 芯材 11-390×300×10×16 (全孔設置)

3 低重心三軸オーガ機を用いた施工事例

3.1 工事概要

工事名称：楠雨水幹線下水道築造工事

工事場所：名古屋市北区丸新町付近

発注者：名古屋市下水道局

施工者：大成・鴻池・森・佐伯・クボタ・西濃JV

全体工期：平成5年7月～平成7年3月（604日）

名古屋市北区において現在、楠雨水幹線下水道工事が施工されている。この工事は道路面下約10mの深さに、管径3.5m、延長970mの管渠をシールド工法で築造する工事である。途中3カ所に

立坑を設けるが、いずれも人家の密集した市街地の道路交差点内にあり、交通規制を最小限にとどめかつ通行人への威圧感・圧迫感をやわらげるため、この立坑土留壁の施工に低重心三軸オーガ機を採用した。発進・中間・到達の各坑土留壁の諸元を表-2に示す。シールドトンネルはJ2立坑よりJ3立坑 に向けて東進し、J3でマシンをいったん解体、搬出する。その後再びJ2に搬入・組立しJ2より西進し中間立坑J1を経てポンプ所に到達する(図-2参照)。



図-2 工事位置平面図

3.2 地盤概要

施工場所は、名古屋市北部、国道41号線の新川中橋の北部に位置している。南側には、庄内川、矢田川が蛇行して西流しており、この周辺はこれらの河川により形成された後背湿地性の低平地と、自然堤防である微高地よりなっている。3カ所の立坑施工場所とも土層構成に大きな差異はない。地表面より盛土、沖積層(A層, 厚さ3m)、洪積砂礫層(G層, 4m)、洪積砂質土・粘土層(D_{s-c}層, 4m)そしてシールドトンネルが通過する洪積砂礫層(D_g層, 8~12m)の層序となっている。施工の主たる対象土層となるD_g層は、平均N値43で密実である、また、最大れき径は、ボーリング調査および周辺の他工事施工記録より200mmと推定された。地下水位は地表面下1.2~1.5mと高い。

表-3 使用機械一覧

用途	機械名	仕様	数量	重量	定格電力	起動電力
SMW 造成	ベースマシン	D11608-120M 90D リーダ19m	1	(t) 79.06	(kW) 110.00	(kW) 220.00
	カウンターウェイト		1	19.50		
	減速機	MAC150-3	1	9.50		
	連結ロッド	7.6m	1	2.80		
	削孔泥練り機	φ600×14.7m	1	11.40		
	コンプレッサー	PD5175S	1	1.05		
全重量				123.30t		
セメント系懸濁液の製造	全自動プラント	SHP-24A	1	10.80	33.90	33.90
	セメントサイロ	30t	1	4.50	6.00	6.00
芯材運込み	クローラクレーン	50t LS-118RH	1	54.10		
泥土・残土処理	油圧ショベル	0.4m ³	1	12.20		
	高圧洗浄機	HPJ 37NWX	2	0.14	5.50	11.00
	ダンプカー	10t	随時			
電力設備	ゼネレーター	NES400	1	6.00		
	ゼネレーター	NES90	1	2.30		
用水	水中ポンプ	φ40mm 揚程5m	1	0.02	0.25	0.25
	ノッチタンク	30m ³	1	5.44		
地盤養生	敷鉄板	5×20 f=25mm	20	36.40		

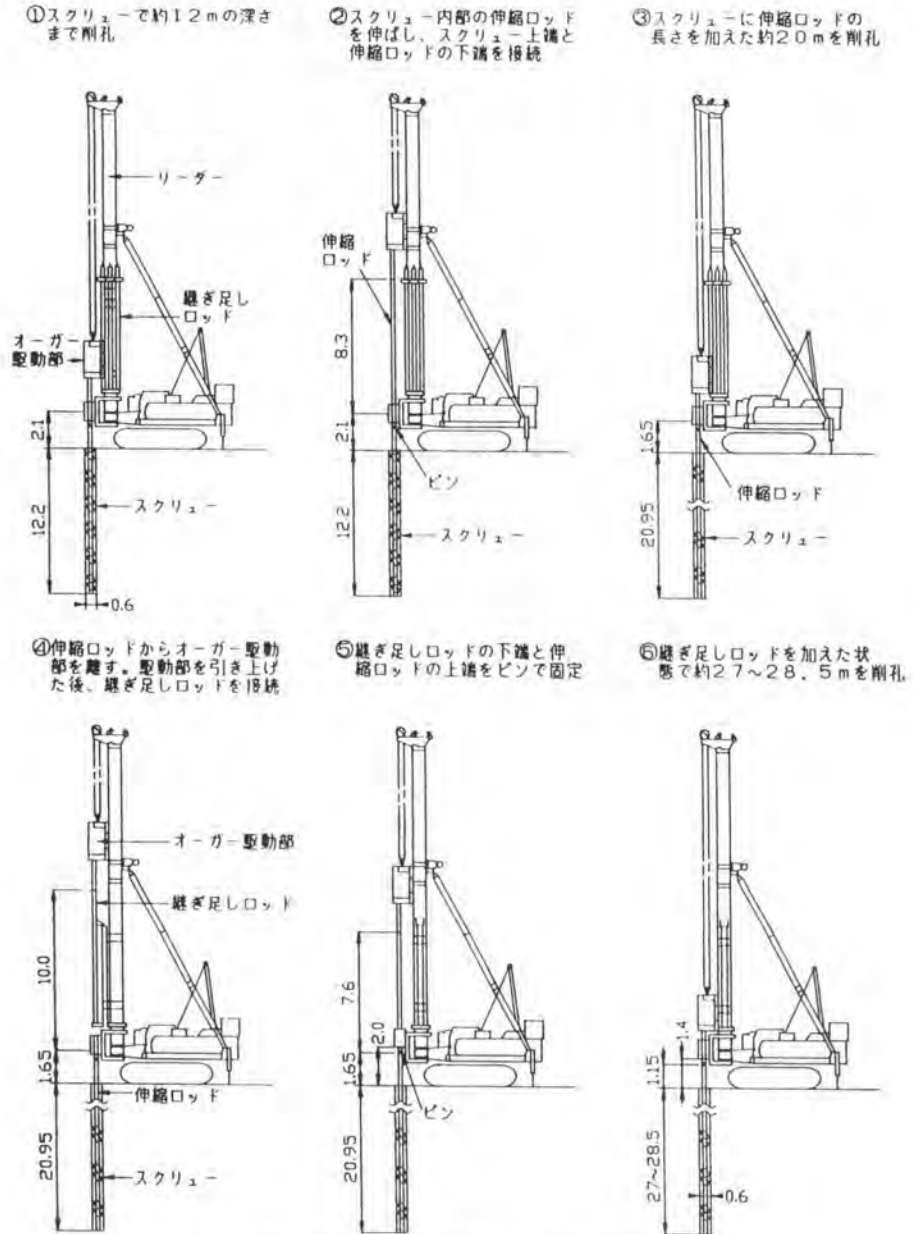


図-3 低重心3軸オーガ機の施工順序図

実際に施工してみて、この機械の長所と感じた事項は、

- ① 従来機に比べ機械高が低く、周囲に対する威圧感がきわめて少ない。また移動時の安定度が高い。
- ② オーガの脱着作業に人力作業をほとんど要しないため、接触や挟まれ災害の危険性が少ない。
- ③ オーガの預け穴が不要のため、作業スペースが有効に使える。本工事のような道路交差



写真-1 芯材挿入および掘削中の低重心三軸機
従来機よりやや時間がかかっている。しかしながら、

3.3 機械の改良

標準装備の低重心三軸オーガ機では、最大削孔深さは25.3mである。この工事では27.0mの削孔が必要であるため、トップリーダを3mから7mに変更するとともに自動連結装置と伸縮スクリューの間に、0.5mのエクステンションアダプターを追加挿入し、伸縮スクリューの下部に1.5mの普通型スクリューを接続することにより対処した。これによりリーダ長19m、総重量123.3t、安定度は12.4度となった。使用機械の一覧を表-3に示す。

3.4 施工記録

低重心三軸オーガ機の施工手順を図-3に示す。図中の手順③と④がこの機械の特徴である。J2立坑土留壁における平均的なサイクルタイムは、図-4に示す通りである、作業に必要な作業員数は従来機と変わらないが削孔・引抜き

計4回のロッドの脱着には合計30分強を要し、

その後のJ1、J3立坑では、作業に習熟したこともあって、従来機とほぼ同等の能率を得ている。

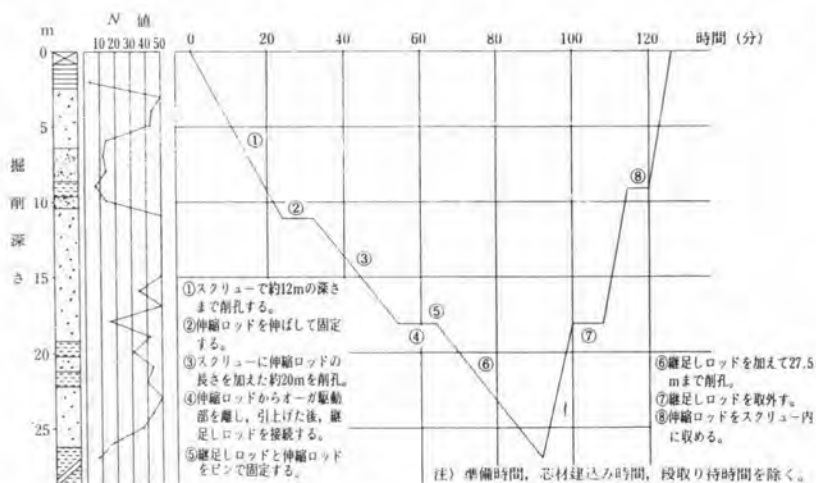


図-4 1エレメント当りのサイクルタイム

点内のような場所では非常に有効であった。

コーナー部施工時でも、機械据付け方向に自由度が高く、工事進行に伴う周辺設備類の移動が少ない。

などである。反対に短所と思われる事項として次の3点が挙げられる。

- ① 従来機に比べ機械の構造が複雑であり、組立解体に時間を要する。作業スペースが狭隘なこともあり、プラントも含め組立て解体にそれぞれ3日を要した。また油圧配管や精密機械類が多く組立て解体作業には常に慎重な取扱いを要する。
- ② オペレーターには熟練度が要求され、③項ともからんで現時点ではオペレーターのローテーションが組みにくい。
- ③ 現時点では稼働台数が1台のみであるため、不測の事態への対応に不安がある。

4. おわりに

低重心三軸オーガ機によるソイルセメント連続壁造成工事の施工事例はこれまでに4件を数えている。いずれも市街地における狭隘な作業スペースでの工事であるが、安全性・安定性の特徴をフルに発揮して工事を終えている。今後はサイクルタイムの一層の短縮と設備のユニット化が課題である。前者についてはロッド相互の脱着所要時間の短縮をはかるため、いわゆるピン差し作業が不要となる自動連結装置を完成させている。

都市における建設工事の施工環境はますます厳しくなっており、こうした環境の中で安全・確実な施工はもとより、大型化する施工機械による周辺住民への心理的影響も無視できないものとなっている。本報告がこうした対策への一助となれば幸いである。