

解説

長距離推進の現状と これからの課題

もりた とも
森田 智

超流セミシールド協会
会長
(㈱アルファビルエンジニアング
技術部部长)

1 はじめに

(公社)日本推進技術協会資料¹⁾によると、長距離施工の定義は「一区間の掘進延長が呼び径の250倍を超えた場合または500mを超えた場合」とされており、安全面(万一の場合の避難行動の制約等の考慮)から、当面の間、呼び径2000未満において呼び径の500倍(500・D)までが長距離施工の適用範囲とされている。

しかしながら実施工においては、全国各地で1kmを超える推進がわずかながら実践されており、超流セミシールド協会(以下、当協会)においても2016年に1スパン1,030m(呼び径1650)の元押推進工を実施している²⁾。これらの背景としては①長距離推進を実現するための掘進機・推進設備能力の向上②施工経験の中で得られた掘進機・推進管の周面摩擦力の維持・管理方法の向上③推進管材料や注入材料等の研究開発が進み品質の向上が図られたことなどが挙げられる。

また、年々「安全な施工」が大きく求められている一方で、作業スペースが確保できない周辺環境に配慮した「車上プラントでの対応」や「小規模立坑からの発進作業」などの制約により、作業の不効率化や危険性を増長することが多くなってきている。加えて、昨今の推進延長の長距離化や推進対象土質の複層化により、掘進機必要能力や施工難易度は上昇の一途をたどっている。

本稿においてはその中でも長距離推進に着目して、当協会に問い合わせいただいた内容ならびに超流バランスセミシールド工法(以下、本工法)での施工実績について紐解くことで見えてきた、長距離推進の傾向とニーズの変化について紹介するとともに、最近の長距離推進事例およびさらなる検討課題について示す。

2 超流セミシールド協会における 検討事例ならびに施工事例

2.1 超流セミシールド協会に問い合わせいただく 検討案件からの考察

過去15年に当協会へ問い合わせいただき概算工事見積書を提出した件数およびその中に含まれた推進延長が500m以上の案件について集計した結果を表-1に示す。

見積依頼件数自体が減少した状況であり、絶対値での比較が難しいため、割合での比較を実施した。結果として、過去15年では見積提出件数のうち、10%前後は長距離案件が含まれており、年度に応じて多少の増減(8.6~16.0%)がある。

そのうち、路線条件・土質条件に変化があるか否かについて、本工法の「超急曲線機(概ね1/3管以下での対応が必要な曲線半径)」または「破碎型機」を使用した検討を実施した割合についても表-1に追加した。結果として、超急曲線機については、例年20%以

表-1 概算工事見積書提出件数：過去15年分

年度	2005年 平成17年	2006年 平成18年	2007年 平成19年	2008年 平成20年	2009年 平成21年	2010年 平成22年	2011年 平成23年	2012年 平成24年	2013年 平成25年	2014年 平成26年	2015年 平成27年	2016年 平成28年	2017年 平成29年	2018年 平成30年	2019年 令和元年
見積件数	1023	1045	1127	908	832	845	950	890	723	545	573	566	520	425	494
500m以上件数	103	125	109	84	133	100	103	93	71	60	49	57	48	46	60
割合	10.1%	12.0%	9.7%	9.3%	16.0%	11.8%	10.8%	10.4%	9.8%	11.0%	8.6%	10.1%	9.2%	10.8%	12.1%
うち急曲線機	27	16	22	17	21	39	20	31	17	12	4	13	12	6	4
割合	26.2%	12.8%	20.2%	20.2%	15.8%	39.0%	19.4%	33.3%	23.9%	20.0%	8.2%	22.8%	25.0%	13.0%	6.7%
うち破砕機	14	22	11	9	11	6	14	15	11	6	6	7	9	12	21
割合	13.6%	17.6%	10.1%	10.7%	8.3%	6.0%	13.6%	16.1%	15.5%	10.0%	12.2%	12.3%	18.8%	26.1%	35.0%
最大延長	1,130m	1,200m	979m	1,023m	1,311m	1,433m	1,083m	1,127m	1,500m	1,150m	1,400m	1,070m	818m	1,340m	888m

※複数回の見積依頼については、その都度集計しております。

上（500m以上の検討案件のうち5件に1件）は路線途中に急曲線が含まれており、路線条件の難易度が高いことは想定されるが、その傾向は変化していない（以前から多く存在する）と考えられる。

一方で、破砕型機についてはここ数年増加傾向にあり、長距離施工の中でも推進対象土質が沖積層から洪積層（巨石混り砂礫層や岩盤層）へ移行している状況が見られ「長距離推進を確実に施工可能な高機能・高能力化された掘進機」の重要性が顕著となってきた

いると考えられる。なお、本工法においては、礫層中心の土質においても不測の巨石との遭遇やビット欠損・摩擦に対する適応性の向上を図るとともに、確実な施工を可能とすることを目的として、破砕型掘進機を用いた検討を実施していることも要因と考えられる。

2.2 実施工事例からの考察

過去20年間において本工法で実施した案件について、各年に最長推進延長であった事例の地区・用途・延長等を集計した結果を表-2に示す。

表-2 過去20年の最長推進延長事例

施工年	地区	都道府県	用途	管種	呼び径	延長(m)	曲線条件(R・m)	掘進機	土質条件	N値
1997	関東	東京都	下水道	HP	1200	459.20	300+300	標準機	粘土混り玉石	10
1998	四国	愛媛県	下水道	HP	900	406.95	400	標準機	砂 砂礫	20
1999	関東	神奈川県	下水道	HP	2000	717.40	1000+300	標準機	固結砂礫	50/10
2000	九州	熊本県	電力	HP	1000	548.30	100R	標準機	シルト～砂層	5～45
2001	四国	愛媛県	下水道	HP	800	586.20	なし	標準機	シルト粘土 砂礫	17～23
2002	中国	岡山県	下水道	GSダクタイル	800	720.00	200+500+500	標準機	シルト砂 砂礫	5～24
2003	中国	広島県	下水道	HP	1000	619.85	60+500+100	破砕型	玉石混り砂礫	50
2004	関東	神奈川県	下水道	HP	900	771.04	500	標準機	粗砂	50/12～50/9
2005	近畿	三重県	下水道	HP	800	676.36	100+400+350+80	標準機	固結シルト 砂質シルト	13～60/13
2006	東北	青森県	下水道	HP	800	675.05	700+700+300	標準機	細砂	25
2007	関東	東京都	電力	HP	800	512.40	500+50+300+180	破砕型	砂礫	50
2008	関東	千葉県	下水道	HP	800	564.13	200+100+50	標準機	砂 シルト	35
2009	中国	広島県	下水道	HP	800	570.84	1000+1500+100+90	破砕型	花崗閃緑岩 風化花崗閃緑岩	13～50以上 $\sigma = 158\text{MPa}$
2010	関東	千葉県	下水道	HP	1000	601.83	300+30+30+300+300 +40+40+100	標準機	砂質シルト 細砂 粘性土	15
2011	関東	神奈川県	電力	HP	1000	890.22	80+85+100+150 +100+100+30+100	超急曲線機	固結土 砂 砂礫	50以上 50/25
2012	関東	千葉県	雨水渠	HP	1200	496.50	150+150+150+200	標準機 (切削ビット)	粘性土 シルト ロム	6
2013	中国	広島県	下水道	HP	800	534.95	200+350	破砕型	風化片岩 砂質土	50/3
2014	関東	東京都	下水道	HP	2000	713.49	200+200+200 +500+500+25+50	超急曲線機	砂混りシルト シルト 軟弱土質	0
2015	九州	鹿児島県	電力	HP	1200	758.15	50+100+100	超急曲線機	粘性土 砂礫 シラス(標準土)	5～31
2016	東北	秋田県	下水道	HP	1650	1030.15	300+200+300	超急曲線機	砂 シルト 粘土	10～14
2017	中国	岡山県	電力	HP	1350	447.69	100+100	破砕型	砂質シルト 黒雲母花崗岩 砂礫 シルト質砂 礫混砂 細中砂	3～50/20
2018	関東	栃木県	雨水渠	HP	2000	735.56	75	超急曲線機	粘性土五層 砂 シルト質粘土 シルト質砂 砂質シルト	15～27
2019	関東	東京都	上水道	HP	1100	408.00	60+15+200	超急曲線機	砂・砂礫 固結シルト	50以上 50/15