泥水式偏心多軸(DPLEX)シールド工法の実証実験報告

大豊建設㈱	正会員	武内秀行

稲田文展

藤由雅裕

正会員 〇 藤田 篤

1. はじめに

任意断面掘削が可能な DPLEX シールド工法は,複数の駆動軸でカッタを偏心支持して回転させる工法で ある.回転半径が小さいため,大断面・長距離施工に有利な特長を有しており,大深度地下利用においても 有効なシールド技術の1つであると考える.

そこで,泥土加圧方式による切羽の安定を基本とする DPLEX シールドの適応範囲の拡大を目的として, 泥水式 DPLEX シールドによる模擬砂地盤の掘進実験を実施し,掘進性能と切羽の安定性の確認を行ったも のである.

2. 実証実験概要

実験は泥水式 DPLEX シールド実験機(写真-1・表-1)を用い, 土被り 1.0~1.1m(1D)の模擬砂地盤を掘進した.実験は以下の 2 種類の模擬地盤材料を用いて行った. 粒度分布を図-1 に示す.

Case-1 : 細粒分混じり砂(山砂)

Case-2 : 礫混じり砂 (川砂)

図-2 に示すように、チャンバ内に設置した圧力計により切羽圧 を管理し、掘進時の実験機の挙動および掘進による模擬地盤への 影響を確認した.模擬地盤概要を表-2 に示す.参考として、H3 に実施した泥土圧 DPLEX 開発実験の地盤概要と比較している. 模擬地盤の強度はコーン貫入試験により計測した.



表2	榵擬忚盤概要	(H3	泥土圧実験比較)
12 2			

		Case-1	Case-2	泥土圧実験 (H3.10)
土質		細粒分混じり砂	礫混じり砂	細砂
kN/m2		qc*1=1,020	qc*1=2,930	スウェーデン式
地篮强度	kgf/m ²	qc*1=10.4	qc*1=29.9	サウンディング試験
N 値	519027012	3*2	8*8	2~4
土被り	m	1.0	1.1	1.2
地下水位	m	湿潤土	実験機天端+0.3	-

泥水性状は以下の通りである.

比重=1.20~1.25, 粘性 Fv=25~30sec

3. 実験結果

1) 沈下量

地表面(100mm×100mm 格子点)および地中(掘進部周囲,実験機天端+500mm×12箇所)において,掘進後の沈下量を計測した. 図-3 は地表面沈下の傾向を把握するため, Case-1の計測結果を 300mm×300mm の範

キーワード 泥水式シールド, 偏心多軸(DPLEX)シールド, 大深度, 大断面, 長距離施工, カッタトルク 連絡先 〒104-8289 東京都中央区新川1-24-4 TEL 03-3297-7011 FAX 03-3551-4005



写真-1 泥水式 DPLEX シールド実験機





囲で平均化したものでる.また,沈下計 測の結果より得られた地表面および地中 における最大沈下量は, Case-1 では 9mm, Case-2 では 6mm であった.以上より, 実験機の天端が平坦な矩形断面の掘削に も関わらず, Case-1 および Case-2 のいず れにおいても,地表面・地中における最 大沈下量がカッタ余掘り量の 10mm 以下 に収まり,良好な結果であった.



2)物質収支による切羽安定性の検討

送泥・排泥水それぞれに含まれる掘削土の土粒子質量を計 測し,掘削による模擬地盤への影響について検討を行った. 結果を表-3 に示す.既知量(計測)から求めた送排泥水固体 質量差(Mss=1566kg)は,掘削断面から求めた掘削土質量 (Ms=1524kg)にほぼ等しかった.この結果から,掘削によ る過剰な取り込みはなく,切羽が安定した状態で掘進できた ものと考えられる.また,送泥水水分質量 Miw と排泥水水分 質量 Mow がほぼ等しいため,送泥水は全て排泥水として排 出されたものと考えられる.この仮定では,掘削した土砂中 に含まれていた土中水について誤差が生じる.これは切羽を 境界面とした水分の移動があり,土中水・送泥水の一部が泥 水圧によって地盤内へ浸透したものと考えられる.この現象 は定量的には把握できていないが,土槽内の水位上昇として 確認した.

3) カッタトルク

ほぼ同じ条件下で行った DPLEX シールド開発実験 (H3.10)の結果と比較すると、カッタトルクは約1/3~1/4 程度に収まっていた(表-4).これはチャンバ内が泥水であ り、泥土に比べてカッタの切削抵抗や練混ぜ翼の練混ぜ抵 抗が小さいためである.

表-3 送排泥水の重量配分による検討

既知量(計測)	単位体積質量		kg/%%	1.85
	土粒子真比重	Gs		2.68
	水の比重	ρw	kg/%	1.0
	作泥材比重	ρ sa	kg/%	2.3
	送泥水量	Vi	42	7,398
	送泥水比重	ρi	kg/%i	1.24
10	排泥水量	Vo	YZ.	8,062
	排泥水比重	ρο	kg/%	1.33
掘扉	掘削断面積	А	m²	1.43
削土量	掘進量	L	m	0.78
	掘削土量	Vs	m²	1.115
U.	掘削土質量	Ms	kg	1,524
掘	送泥水質量	Mi	kg	9,174
削	送泥水水分質量	Miw	kg	6,032
±	送泥水固体質量	Mis	kg	3,141
質	排泥水質量	Mo	kg	10,722
量 計 値	排泥水水分質量	Mow	kg	6,015
	排泥水固体質量	Mos	kg	4,707
	送排泥水水分質量差	Msw	kg	17
	送排泥水固体質量差	Mss	kg	1,566

表-4 実験条件・結果比較

		Case-1	Case-2	泥土圧実験 (H3.10)
掘進速度 mm/min		16~23	17	20
カッタ回転数 rpm		8.0	8.0	8.0
最大推力 kN		88	78	—
カッタトルク	kN∙m	1.2~1.8	1.0~1.3	5.9
	kgf∙m	120~180	100~130	600

4. 結論

泥水式 DPLEX シールドの掘進実験において、以下のことが確認された.

- ・地下水位のある細粒分の少ない細砂地盤の掘進においても大きな沈下や崩落がなく、切羽を保持した状態で掘進が行えた。
- ・ 掘削土量の検討においても地盤の過剰な取込みはく、切羽を保持した状態で掘進できることを実証した。
- 泥土圧 DPLEX シールドに比ベカッタトルクが大幅に低減できたため、実用機における装備トルクおよび 装備出力の低減が可能である.

以上の結果より,地下水位のある滞水砂地盤においても泥水式による切羽安定に問題はないことが確認され,泥水式 DPLEX シールドの実用化が可能であることが実証できた.よって,DPLEX シールドは施工条件 に応じて泥土圧・泥水式の選択が可能となり,適応範囲の拡大が確認できたものと考えられる.また,カッ タトルクの負担を大幅に低減できる泥水式 DPLEX シールド工法は,今後,大深度において大断面・長距離 施工が必要となる場合には,その有利性を発揮できるものと考えられる.