攪拌条件を考慮したチャンバー内塑性流動性評価方法(その2) ー実機での評価方法に関する検討ー

清水建設	(株)	技術研	F究所		正会員	○杉山'	博一	岩井俊之
清水建設	(株)	外環大	、泉シール	ド作業所	正会員	原	忠	前田俊宏
東日本高速	植道路	ら (株)	関東支社	東京外環工	事事務所	佐々	木博明	塚田裕史

1. はじめに

前報¹⁾において様々な攪拌条件を再現した攪拌実験を行い,攪拌条件と土圧変動の関係から塑性流動状態を評価する方法を提案した.しかし,この攪拌実験は実機の複雑な 攪拌状態を考慮できているわけではなく,適用性について は十分検証できているとは言えない.そこで本研究では, 実機の 1/10 サイズのチャンバー模型を用いた攪拌実験を 行い,提案した塑性流動性評価方法の妥当性を検証すると ともに,実機での評価方法について述べる.

2. 1/10 チャンバー模型実験による検証

(1) 実験の相似則

模型実験を行うにあたり,式(1)に示す攪拌槽のレイノル ズ数を合致させ,相似則を満足させることとした.

$$Re = \frac{\rho N D^2}{\mu} \qquad \qquad \vec{\mathfrak{R}}(1)$$

ここに, ρ ;流体の密度[kg/m³],N;回転速度[1/s],D;特性長 さ[m] ここでは直径, μ ;流体の粘性係数[Pa·s]

表-1 に相似則を適用した場合の実機と模型の値を示す. 模型(模擬泥土)の粘性は実機(実泥土)の粘性係数の1/200 程度にすれば良いことが分かる.

(2) 模擬泥土

高吸水性樹脂(SAP)と水を攪拌したものを模擬泥土とし て用い,SAPの添加率を変えることで粘性を調整した.表 -2に配合と粘性測定試験結果,さらに相似則で換算した実 泥土の粘性を示す.ちなみに,AQ0.2の実泥土としての粘 性係数 16Pa·s は,前報¹⁾の粘土試料 C10 の 17Pa·s に近い 値である.

(3) 実験装置の概要と実験方法

図-1に実機の1/10サイズのチャンバー模型概要図を示す. なお、切羽側から観察する仕様のため、図示している攪拌 翼やアジテータ等はスポークの背面側に取り付けられてい る.図-2は圧力計と回転体の位置関係を示したものである.

表-1 相似則に基づく実験条件

			実機	模型
密度	ρ	(kg/m^3)	2000	1000
回転速度	Ν	(rps)	8.33E-03	8.33E-03
直径	D	(m)	16	1.6
粘性係数	μ	(Pa⋅s)	μ	$\mu/200$

表-2 泥土の配合と粘性

	西日	合	粘性		
配合名	SAP	水	模型	実機	
	(g)	(g)	(Pa·s)	(Pa⋅s)	
AQ0.2	2	1000	0.084	16	
AQ0.4	4	1000	0.587	117	
AQ0.6	6	1000	2.133	427	



図-1 1/10 チャンバー模型の概要図



図-2 圧力計と回転体の位置関係(断面図)

攪拌翼等の速度(v)を赤矢印で示した最短離隔(d)で除した ものをせん断速度(v/d)として定義した.

実験は,装置を図-1のように立てた状態で,カッターは 右回りに 0.5rpm, アジテータは左回りに 5rpm の一定速度 で 10 分間回転させ,その間の圧力変動を計測した.

(4)実験結果と考察

計測した圧力データから二乗平均平方根振幅(以下, RMS振幅)を求め,せん断速度との関係をみたものが図-3 である.前報¹⁾の攪拌実験と同程度の泥土(AQ0.2)だけでな く,それより硬い泥土でもほぼ直線関係にあり,粘性の高 い順に RMS 振幅が高く評価されていることが分かった.

一方,もうひとつの評価方法である離隔の逆数と1分間 波形面積の関係が図-4である.1分間波形面積には攪拌条 件(回転速度)による影響が含まれているため,アジテー タの影響を受ける土圧-1,2と,攪拌翼の影響を受ける土圧 -3,4を分けて整理したが,前報で示した関係がチャンバー 模型実験においても成り立っていることが確認できた.

3. 実機での塑性流動性評価方法について

某現場で計測された土圧データを例に、実機での塑性流動性評価方法について述べる. この現場では外周に12個, 内周に4個の土圧計を設置しており、図-5はそのうち1つ の土圧計のデータ(1リング掘進分)を経時的に処理した 例である. ①は計測された土圧であり、②は、①の過去30 秒間の平均値であり、これを全体変動と考えた. ③は、① から②を差し引いたものであり、これを攪拌翼等による土 圧変動と考える. ④は、過去60秒間の③データを対象に、 経時的に算出した RMS 振幅である.

図-6 が塑性流動性を判定する方法を示したものであり, 図にはあらかじめ軟らかすぎ~硬すぎまで5つの領域に分けてある.図中の点は1200秒時点の全土圧計位置での状態 を示しているが,その点がどの領域にあるのかを判定し, チャンバー全域の評価結果を可視化する予定である.

4. まとめと今後の課題

撹拌条件が異なる位置に土圧計が設置された場合の塑性 流動性の評価方法を提案した.なお、図-6の領域分けは現 段階では案であり、初期掘進時に排土状態を見ながら調整 し、本掘進に備える予定である.

謝辞:本研究は東京外かく環状道路本線トンネル(南行)大泉南工 事で受託した技術開発業務(技術開発 A:モニタリング技術の開発) で実施したものである.本研究に際してご協力,ご助言いただいた 関係各位に感謝の意を表します.

参考文献:1)中谷篤史:攪拌条件を考慮した塑性流動性評価方法(その1),土木学会年次学術講演会,2015年(投稿中)



図-6 塑性流動性の判定例(1200秒時点)