

VI-67 任意断面（D P L E X）シールド工法掘進実験報告（その1）

細砂地盤の掘進実験

大豊建設（株） 正会員 加島 豊 ○井上正巳
大豊建設（株） 寺島 良 北村行宏

1. はじめに

限られた地下空間を有効に利用するために、最小限の断面、即ち円形断面よりむしろ扇形、矩形、楕円形などのあらゆる断面形状を掘削可能としたのが、この度開発した任意断面（D P L E X）シールド工法である。

本掘進実験では、土槽内の人工地盤を繰り返し掘進する事によってD P L E Xシールド機の基本的な性能、掘削機能、泥土変換機能、土圧による掘進制御等の確認をおこない、データを収集した。

2. 実験概要

本掘進実験は、図-1に示すように土槽内に作った人工地盤をD P L E X実験機により繰り返し掘削し、各種データをコンピュータによって収集解析した。尚、地下水位はG L - 50 cmとした。

人工地盤は、細砂地盤、固結砂地盤、砂礫地盤、玉石混り砂礫地盤を作り掘進実験を行ったが掘進実験報告（その1）では、細砂地盤での掘進実験を報告する。

3. D P L E X実験機

実験機は、縦径1040 mm×横径1350 mmの矩形断面を持つ泥土加圧シールドで、カッター部分を平行リンク運動させる事によって矩形断面を、円運動によって掘削する。

本実験機のカッターは、図-2に示すように回転子と直結する4台の油圧モーターで駆動する。各油圧モーターによって回転子が回転する際、回転子のトルクをカッタースポークに伝える支持軸が回転中心か



写真-1 D P L E Xシールド実験機

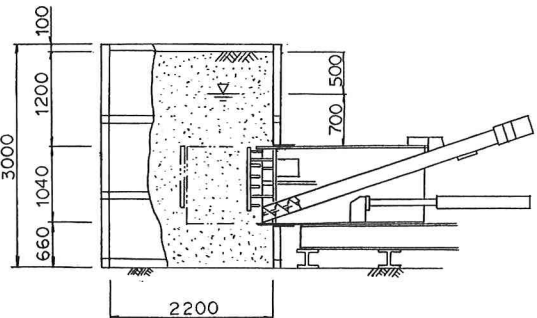


図-1 実験概要図

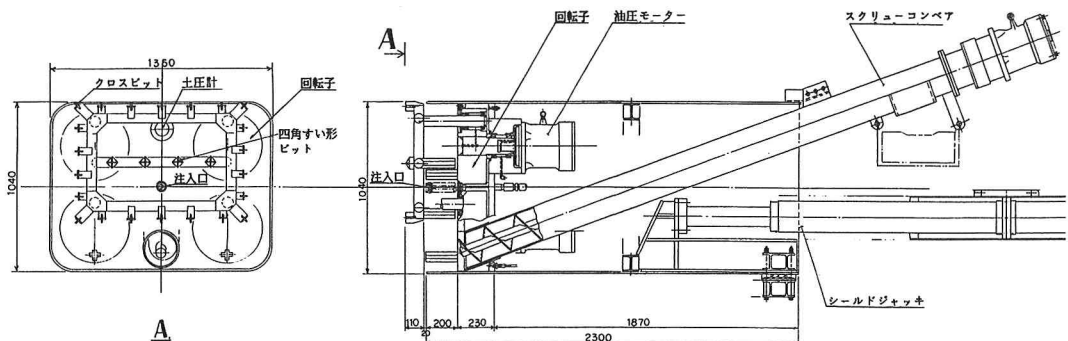


図-2 D P L E Xシールド実験機全体図

ら150mm偏心しているため、カッタースポークは平行リンク的に回転する。従ってカッタースポークに取り付けたビット及び練混ぜ翼は、すべて半径150mmの円を描いて動き、全体として矩形断面を掘削することができる。

本実験機の装備トルクは、カッターの回転半径が従来の円形同一断面シールドに比べ小さいため、トルクも小さくなると考えられ、1.336tfmとした。従来の円形泥土加圧シールドにおけるカッタートルクは、 $T = \alpha D^3$ で算定され、本実験機と同一断面積の円形シールド($\phi = 1.34\text{m}$)のカッタートルクは、 $\alpha = 1.3$ とすると約 $T = 3\text{tfm}$ となる。また、本機ではカッターの最適回転数を把握する目的で最大12rpmまで可変とした。

4. 細砂地盤掘進実験結果

本実験で使用した細砂は、礫分5%、砂分92%シルト・粘土分3%とシルト・粘土分が少なく、均等係数の小さい($U_c = 2.3$)地盤で、N値2~4と比較的小さく崩壊性は高い。

4-1. カッター

図-3は、カッタートルクと作泥土材の注入流量を表したもので、カッタートルクは作泥土材の注入によって制御する事ができ、ほぼ一定の範囲内で管理できた。掘進中の平均トルクは約0.6tfmで、本機の装備トルク1.336tfmの約45%程度で掘進可能である事が確認された。これは、従来の円形シールドにおける実績と同等であり、同一断面の円形泥土加圧シールドより所要トルクが少なく済むことが立証できた。

4-2. 掘進制御

図-4は、掘進土圧、掘進速度、スクリュウ回転数の変化を表すもので各データとも多少の変動はあるもののほぼ一定の範囲の中で動いており、泥土が均一な塑性流動性を有し、安定した掘進ができた事を示している。

4-3. カッター回転数

従来の円形シールドの場合、カッター回転数は円周速度20m/min相当を目安としているが、本機は、同一断面積を有する円形シールドにおける回転数約5rpm以上を想定して、3段階の回転数(5、8、11rpm)と3段階のカッタートルク(低域トルク、中域トルク、高域トルク)管理によって掘進を行い、その掘進データ及び排出泥土の性状から適正な回転数領域を探った結果、本実験では8rpm(周速7.5m/min)程度が適していた。

5. おわりに

この実験により、軟弱地盤においてDPLEXシールド機の基本的な性質、掘削機能、泥土変換機能、土圧による掘進制御は、従来の円形シールドと比べ特に性能に差がなく、施工が十分可能であると確認することができました。

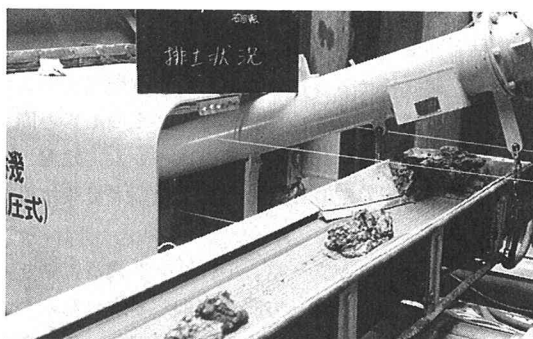


写真-2 排土状況

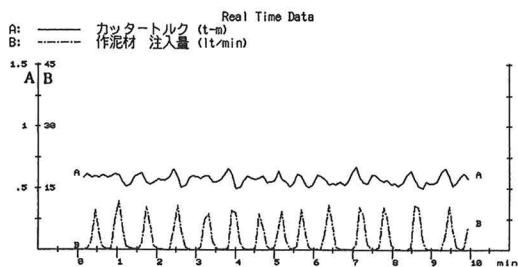


図-3 カッタートルク、作泥材注入量 変化図

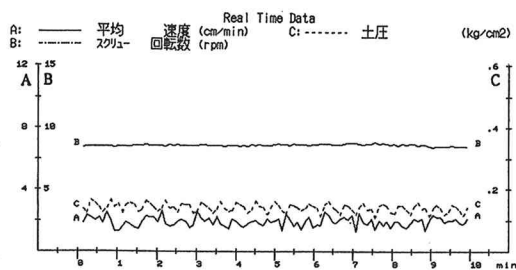


図-4 掘進速度、スクリュウ回転数、土圧 変化図