

新素材を複合させた土留壁（SEW）工法の開発

- 土留め壁・中間杭の根入れ部を想定した FFU 壁の切削試験 -

銭高組	正会員	深田和志	正会員	竹中計行
積水化学		山内秀夫		谷口良一
銭高組		渋谷 隆		清水良博

1.はじめに

近年、立坑、地下鉄等の地下構造物の下を通過するシールド工事が増加しており、地下構造物を構築するために施工された土留め壁および中間杭の根入れ部(H鋼、鉄筋コンクリート)がシールド通過の支障となっている。その対策として土留め壁および中間杭を撤去する方法もあるが、膨大な施工費がかかり実情は不可能に近いと考えられる。このためシールド機の通過路線の変更を余儀なくされているケースもある。この問題は、土留め壁および中間杭の根入れ部に SEW 工法¹⁾を適用することで解決できると考えている。すなわち、根入れ部に FFU 壁を取付けて地下工事を行えば、シールド機は直接根入れ部を切削することができるため、将来のシールド通過に対応することが可能となる。FFU 壁の切削状態は、根入れ部周辺の地盤状態、根固め状態、FFU 壁の長さ、シールド形状、シールド通過位置によって異なると考えられる。そこで、根入れ部に取付けた FFU 壁がシールド機でどのように切削されるかを確認することを目的として切削試験を行った。

2. 試験概要

切削試験は下記の通りである。試験装置の概要とFFU壁の設置状況を図-1に示す。

シールド機は外径 2470mm の
泥水加圧式を使用する。

FFU 壁試験体は $300 \times 300 \times 2200\text{mm}$ であり，切削長さは 935mm とする．

根入れ部を想定し FFU 壁は、片方を固定した片持ち梁状態とする。

FFU 壁の切削は、FFU 壁試験
体を固定し、シールド機をジ
ャッキで押しながら行う。

切削は2mm～5mm/minとする。

試験のパラメータは、表-1 に示

すように，FFU 壁（根入れ部）周囲の拘束条件の違いである．条件

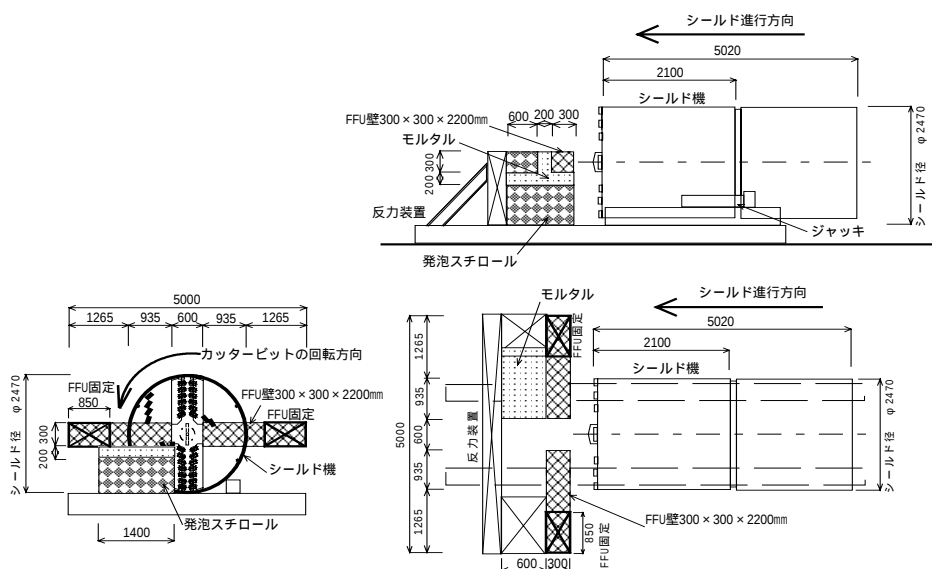


図 - 1 試験装置の概要と FFU 壁の設置状況

1 が FFU 壁を切削するのに最悪の状態であり、条件 3 が実際に近い状態を表している。拘束材料である発泡スチロールの圧縮強度は、許容 0.07N/mm^2 、5%歪時 0.14N/mm^2 、モルタルの圧縮強度は約 3N/mm^2 である。また、シールド掘進速度 ($2\text{mm} \sim 5\text{mm/min}$) の違いによる FFU 切削くず形状の違いも確認する。

試験で使用したカッタフェイスとビットの配置を図-2 に示す。FFU 壁の切削は、最初先行ビットで行い、その後先行ビットの切り残し部分をカッタビットで行う。先行ビットとカッタビットの段差は 5mm である。先行ビットの切削幅は約 20mm、切り残し幅は 75mm~100mm である。

中間杭，根入れ部，シールド、切削、FFU 壁

3. 試験（観測）結果

3.1 切削速度の違いによる観測結果

(1)FFU 壁の切削速度が2mm～3mm/min の場合；先行ビットによる切削くずは，ウレタンが潰されており，長さ 20mm 以下のガラス繊維状態であった．カッタビットによる切削くずは，長さ75mm～100mm，幅 1mm～5mm，厚さ 1mm 程度の破片状態であった．

(2)FFU 壁の切削速度が4mm～5mm/min の場合；先行ビットによる切削くず状態は(1)と同じであった．カッタビットによる切削くずは，長さ 75mm～100mm，幅 1mm～5mm，厚さ 1mm 程度の破片状態，長さ 75mm～100mm，厚さ 2mm～3mm 程度で幅 50mm 程度のすだれ状態の 2 種類に分類された．切り込み量は 1.9mm/rev～2.4mm/rev であり，FFU 切削くずは(1)に比べると全体的に大きい．

3.2 拘束条件の違いによる観測結果

(1)共通の観測結果； FFU 壁自身が曲げ剛性を有している段階（FFU 壁の残り厚さ約 100mm まで）は，拘束条件にかかわらずシールドカッタで容易に切削できること，切削速度2mm～5mm/min の範囲での掘進力は約 200kN，回転トルクは約 60 kN・m と小さいことが確認できた．

(2)拘束条件 1 の観測結果；FFU 壁は，残り厚さが約 100mm 以下になるとシールド掘進方向に変形し始め，ビットが FFU 壁を弾く状態となり切削困難となった（写真-1）．最終的には，FFU 壁はシールド外周で切断され，長さ 90cm×幅 30cm×厚さ（9cm～0cm）の三角錐形状の FFU 破片が発生した．

(2)拘束条件 2 の観測結果；FFU 壁は残り厚さ 1cm～2cm 程度まで，ほぼ均等に切削できることが確認できた（写真-2）．最終的には，シールド機の傾きにより外周付近の先行ビットが約 5mm 前に出ていたため，外周付近で FFU が切断され長さ約 50cm，幅 3cm，厚さ 1.5cm 程度の破片が発生した．

(3)拘束条件の 3 の観測結果；観測結果は拘束条件 2 とほぼ同じである．

4. まとめ

FFU 壁の切削速度は，3mm/min 以下が適しており，早くても 5mm/min 以下とする．

FFU 壁の周囲がソイルモルタル，地盤等で拘束されていれば FFU 壁は，最後まで切削可能と考えられる．

FFU 壁の切削には，シールド中心から外周方向に向かって切削できるカッタフェイスが適している．

参考文献：1)深田，谷口他：新素材を複合させた RC 地中連続壁（NBW）工法の開発 土木学会第 51 回年次学術講演会

表 - 1 試験のパラメータ

パラメータ (拘束条件)		拘束条件の内容 (共通条件：片方固定)	備 考
条件 1	自由状態	FFU 壁周囲は完全フリーとする	FFU 壁を切削するには最悪の条件となる
条件 2	半固定状態	FFU 壁の下側および背面側は発泡スチロールで拘束する	FFU 壁周囲は地盤のみで構成されていると仮定する
条件 3	半固定状態	FFU 壁の下側および背面側はモルタルと発泡スチロールで拘束する	FFU 壁周囲はモルタルと地盤で構成されていると仮定する

* 上記拘束条件の中で条件 3 が実際に近い状態を表している．

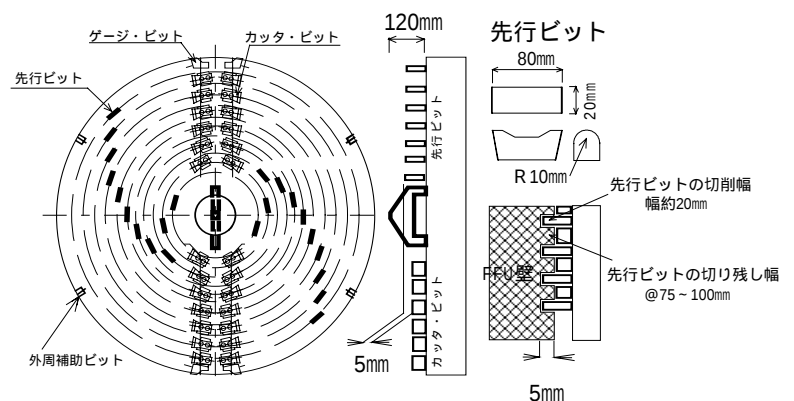


図 - 2 試験で使用了カッタフェイスとビットの配置



写真—1 条件 1 切削状況



写真—2 条件 2 切削状況