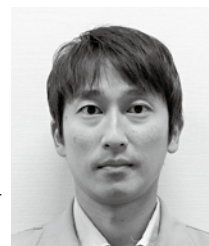


# 解説 次なる発想の源

## さらに進化するSEW工法 ～ふくそうか輻輳化・大深度化・大断面化への挑戦～

ほり そうだい  
堀 壮大

積水化学工業(株)  
環境・ライフラインカンパニー  
滋賀栗東工場技術部  
FFU 技術課



### 1 はじめに

シールド工事や推進工事における発進・到達は、施工上かなり重要な位置を占め、その方法については過去において数多くの施工事例が示されている。

近年、地下空間の利用が拡大していることから、トンネルが大深度化・大型化する傾向にあり、その施工を取り巻く環境は年々厳しくなっている。このような状況において、発進・到達は補助工法の依存度を強めており、現在では強度が強く、確実性の高い、高圧噴射攪拌工法や凍結工法の採用が増えている。しかし、大深度化・大断面化に伴い補助工法の不確実性や経済性が懸念されることから、より安全性の高い発進到達技術が求められている。

このようなニーズのなか、土留め壁の発進到達部分に直接切削可能なFFU (Fiber reinforced Foamed Urethane) を設置し、シールド工法や推進工法で直接FFUを切削しながら発進到達する SEW (Shield Earth retaining Wall system) 工法は、1997年に初めて施工を行い、ケーソンやライナープレート等、その適用分野を広げ、2014年9月現在で258件の施工実績を有している。

### 2 SEW工法開発に至るFFUの用途開発

FFUは熱硬化性樹脂発泡体(硬質ウレタン樹脂)をガラス長繊維で補強した複合材料であり、木材並みの軽量高強度、切削性に優れるが、ほとんど吸水せず、耐腐朽性・耐薬品性・絶縁性・保温性に優れる。

このような特長を生かし、1973年に浄水場向けのフライト板として初採用されたのを契機に、全国各地の上下水道処理施設で防臭蓋、角落とし、整流板、阻流板、フロキュレータ羽根等の用途に広がった。1980年には旧国鉄：鉄道総合技術研究所での基礎評価を経て、FFU合成まくらぎの実軌道での施工評価が始まり、以降東海道新幹線をはじめとする国内の鉄道軌道に幅広く採用された。また、1994年には旧

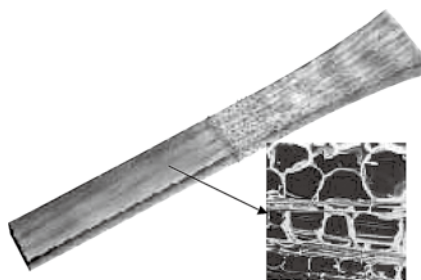


図-1 FFU (イメージ)

道路公団との共同開発により永久アンカー工法用受圧板として、FFU受圧板が採用された。このようにFFUは土木用途でも構造物としての実績を積み重ね、SEW工法を開発するに至った(図-1、2)。

### 3 SEW工法の概要

SEW工法は、所定の大きさに接着・積層したFFUを土留壁の掘進機が通過する部分に組み込んだもので、切羽を開放せず掘進機で直接土留め壁(FFU)

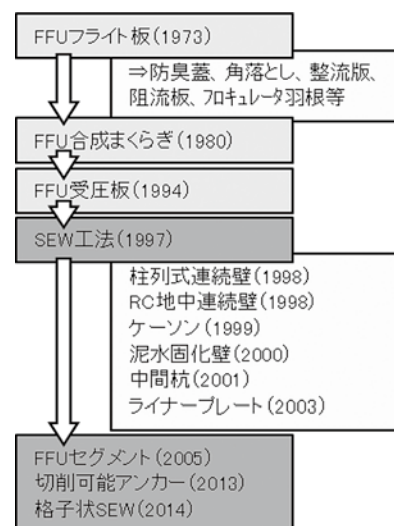


図-2 FFUの用途開発とSEW工法開発の経緯

を切削して発進到達する工法である（図－3）。

### 3.1 特長

SEW工法の主な特長を下記に述べる。

#### (1) 高い安全性

掘進機通過位置に切削可能なFFU部材を設置するため、危険を伴う開口作業が不要で、しかも切羽を開放しない。

#### (2) コスト縮減・工期短縮

土留め壁を開口することなく掘進機を通過させることができるため、従来工法に比べて地盤改良範囲を縮小でき、コスト縮減・工期短縮が図れる。

#### (3) 良好な切削性

FFU部材は異方性の材料で、掘進機での切削性に優れ、切削によるビットの磨耗はほとんど見られない。また磨耗したビットでの切削や、任意形状の切削が可能である。

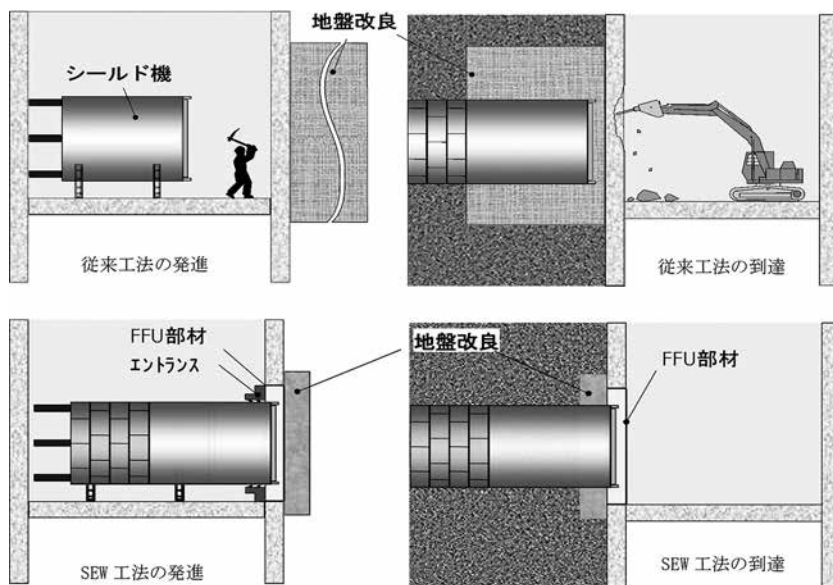
#### (4) 環境への負荷が低い

地盤改良範囲を縮小できる（良質地盤では不要）。

### 3.2 適用

SEW工法は、柱列式連続壁、泥水固化壁、RC地中連続壁、ケーソン、ライナープレート等の様々な土留め壁に適用できる。その他の施工事例として土留め壁や中間杭の根入れ部が掘進機通過の障害となったため根入れ部に適用した例がある。

柱列式連続壁の施工例を写真－1に示す。柱列式連続壁のFFU部材は、H鋼と同じ高さ・幅の矩形形状で、H鋼と



図－3 従来工法とSEW工法の比較

FFU部材は接着により接続されている。FFU部材は上下にH鋼（長さ2m程度）が接続された状態で現場に納入され、添接板とボルト等を用いて開口部以外のH鋼と接続する。

適用できる掘進機は、泥水式や泥土圧式に代表される密閉型シールド工法・推進工法で、切削形状は円形や矩形など任意形状に適用可能である。

## 4 さらに進化するSEW工法

昨今の地下空間の利用拡大により、SEW工法の適用範囲も年々広がりを見せており、シールド工事の輻輳化・大深度化・大断面化が進んでいる。こう

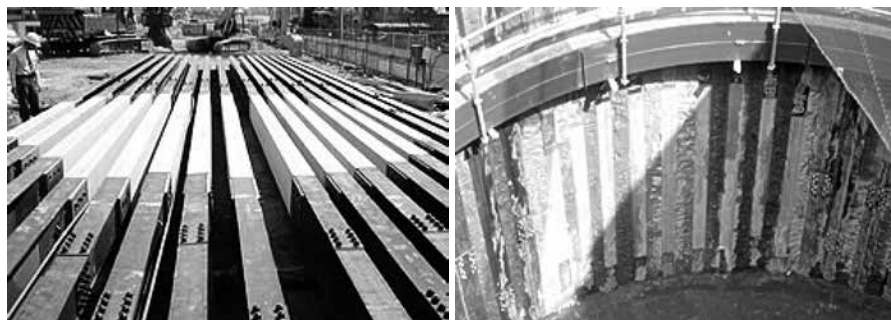
いった状況へSEW工法を適用するため、工法・素材・設計・補助工法といった様々な切り口から行っている取り組みについて紹介する。

### 4.1 輻輳化への挑戦

#### (1) FFUセグメント

現在の都市部の地上ならびに地下空間は輻輳化が進み、シールドの発進・到達用立坑の設置が困難になっている。このような状況の中、下水道の本管と枝線との接続、共同溝や電力洞道の枝線、道路トンネルや鉄道トンネルの避難通路など分岐と接合を必要とするシールドトンネルでは、立坑からではなくシールドトンネル内から発進したり、シールドトンネルへ到達するニーズが多くなってきた。従来は凍結工法などの地盤改良を行い、シールドが発進・到達する部分のトンネル内のセグメントを撤去することで対応していた。そこで、より速く、安全に施工したいという要求に応えるべく、SEW工法と同様にシールドが発進・到達する部分にFFU部材を設置したFFUセグメントの開発を行った。

2005年に初めて施工を行い、以降11件の実績を有する（図－4、写真－2）。



写真－1 柱列式連続壁用SEW施工状況