

格子状炭素繊維補強筋を用いた NOMST

松島 久男*
Hisao Matsushima

山崎 宏*
Hiroshi Yamazaki

伊藤 忠彦**
Tadahiko Ito

1. はじめに

本報告は、格子状に成形した炭素繊維補強筋(以下、格子状CFRP)を立坑の地中連続壁に用いて、シールドを直接発進する工法(以下、NOMST)を実施した結果をまとめたものである。従来、NOMSTと地中連続壁との組み合わせは、棒状CFRPを補強筋に用いたプレキャストコンクリート部材¹⁾を使用していた。この場合、プレキャスト部材は重量物であるため取り扱いに注意が必要であり、また、高強度コンクリートであるため切削に特別な配慮が必要であった。

今回、格子状CFRPとガラス繊維強化プラスチック製(以下、GFRP)の補強枠を組み合わせることで、プレキャスト部材を用いずに切削可能な新素材コンクリート壁を構築することができ、かつ、安全確実なシールド発進に成功したので以下にその概要を報告する。

2. 発進立坑とCFRPの配置

発進立坑は外径19.4mの円形立坑であり、厚さ1.2mの地中連続壁と内巻きコンクリートで構成される。シールド発進部の土被りは約30mであり、発進部の地質はN値3程度のゆるい沖積粘土層である。図-1に地中連続壁に建て込む格子状CFRPの配置を示す。GFRP補強枠は縦梁と横梁で構成され、格子状CFRPの建て込み時の剛性確保とコンクリート打ち込み時の座屈防止の役割を分担する。写真-1に格子状CFRPとGFRP補強枠を示す。

3. 建て込み状況

格子状CFRPは、連続繊維にビニルエステル樹脂を含浸させながら一体成形した複合材料であり、格子の交差部は繊維が交互に積層されたクロスラミネート構造と

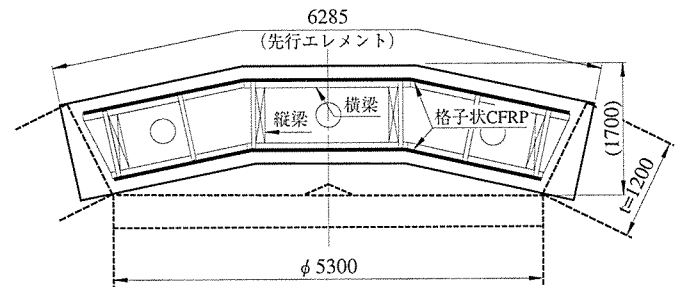


図-1 格子状CFRPの配置



写真-1 格子状CFRPと補強枠

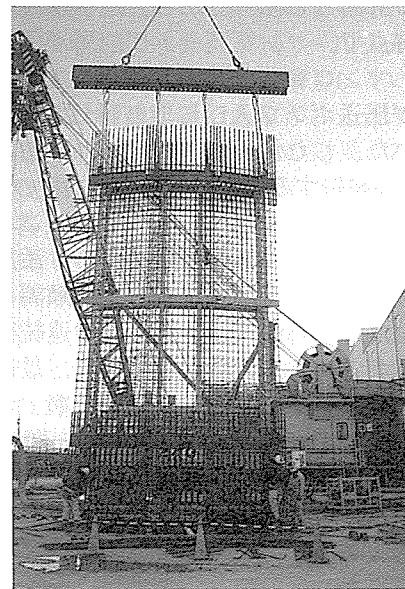


写真-2 格子状CFRPの建て込み

なっている。格子状CFRPとGFRP補強枠との接続は、格子内をレジンモルタルで補強し、添接板を介してボルトで接合した。ここに、切削範囲内の添接板およびボルトはGFRP製品を使用した。

*中部(支)中電桑名(出)

**技術研究所土木技術課

格子状CFRPとGFRP補強棒その他の全重量は約0.8kN/mであった。この重量は一般部の鉄筋籠の約1/8、従来のプレキャスト部材を使用する方法の約1/50と極めて軽量であるため、建て込み等の施工性を簡略化することができた。写真-2に建て込み状況を示す。

4. シールド直接発進状況

(1)先行ビット

NOMSTでの地中連続壁の切削は、一般にメインビットに対し前部に位置する先行ビットが行うものとして設計される。先行ビットは、今回GFRP補強棒が新たに存在することを考慮して、超硬チップをやや鋭利な山形にしたものを用いた。図-2に先行ビットの形状を示す。先行ビットの取り付け間隔は30mmであり、シールド外周部には2パス、内周部には1パスで配置した。なお、シールド最外縁には半月状ビットを先行ビットと同じ高さで配置し、GFRP補強棒の切削対策とした。シールドは外径5.3mの泥土圧式のものであり、NOMST対応として上記の先行ビットを300個以上取り付けした。

(2)切削状況

切削はチャンバー内に添加材を注入した後、2～3mm/min程度の掘進速度で開始した。ここで、切削屑はφ570mmのスクリュウコンベアから圧送ポンプで立坑上へ排出する計画とした。しかし、地中連続壁を約400mm切削した時点で、コンクリート切削屑が圧送ポンプ内で閉塞した。マンロックを開けて調査したところ、碎石状の切削屑が圧送ポンプ入口に取り付けた金網(#100)上に堆積していた。したがって、これ以降は添加材の配合を替えて切削を継続することにした。添加材の配合を表-1に示す。ここで、遅延剤は切削屑がチャンバー内で再固化するのを防止するためのものである。添加材を変更してからはポンプでの閉塞もなく、ほぼ順調な切削を継続できた。ただし、切削終了間際に地中連続壁のかぶりコンクリートがブロック状に割れるため、最後は数回の閉塞をした。写真-3に圧送ポンプの金網上から撤去したコンクリート塊と格子状CFRPを示す。閉塞回数は3回で一回の撤去作業に要する時間は30分程度であった。なお、GFRP補強棒の閉塞はなかった。

一般に、NOMST切削中の掘進管理は、掘進速度と切削トルクの両方で行われるが、実際はトルク管理が困難になることが多い。今回は、簡易的にカッタードラムの油圧が定格の80%以下となるように管理したところ、掘進速度は平均で2mm/min程度を確保することができた。また、この時の総推力は装備推力の25%以下であり、トルクに比べ推力は余裕があった。切削作業は休日をはさんで実質3日で終了した。

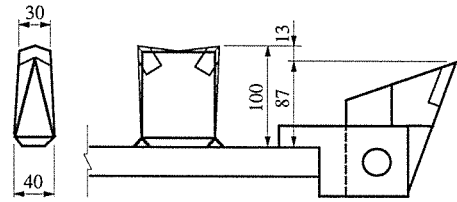


図-2 先行ビット

表-1 添加材配合

	水	流動化剤	増粘剤	遅延剤
初期配合	1000	5.0 (セルロース系ポリマー)	—	6.0 (オキシカルボン酸系)
修正配合	1000	2.0 (WAP)	2.0 (アクリル系ポリマー)	6.0 (オキシカルボン酸系)

(kg)

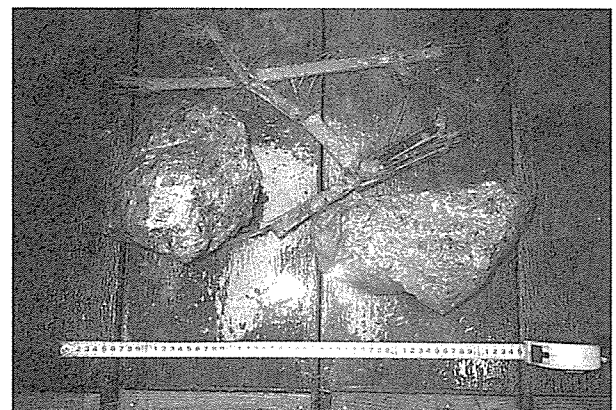


写真-3 撤去したコンクリート塊と格子状CFRP

5. まとめ

今回、シールド発進にNOMSTを採用し、発進防護のための地盤改良を省略することで、コスト縮減および工期短縮に寄与することができた。また、切削可能な新素材コンクリート壁をプレキャスト部材を用いずに構築することができた。このことは、NOMSTの施工性を大きく改善できたことを意味しており、工法システムとしてのバリエーションを高めることを実証したと思われる。

参考文献

- 1) 藤田守正, 近藤悦吉, 山根淳, 伊藤忠彦; 大深度円形立坑からNOMSTでシールド発進 (関西電力谷町筋管路新設工事), トンネルと地下, Vol.29, No.3, pp.33-39, 1998
- 2) 廣田雅博, 伊藤忠彦; 円形立坑からのシールド直接発進, 西松建設技報, Vol.21, pp.131-132, 1998