

シールドトンネル発進に伴う地中連続壁切削部における GFRP 鉄筋の活用事例

大成建設(株)	正会員	○高崎 紘輔
大成建設(株)	正会員	浅野 浩史
大成建設(株)	正会員	竹田 智
大成建設(株)	正会員	山本 永朗

1. はじめに

国内では、シールドトンネル発進に伴う地中連続壁切削部の材料として NOMST, SEW などが主流である。その理由は、国内で連壁は仮設構造物として利用されることが多く、その場合、連壁には柱列式連壁が採用されることが多いためである。

一方で、シンガポール国内において連壁は本体構造物として利用されることが多く、その場合、連壁には RC 連壁が採用されることが多い。

これらの背景から、日本では連壁切削部において GFRP 鉄筋が使用されてこなかったものと推察する。本工事ではそれを用いたため、ここで一事例として紹介する。

2. 工事概要

クロスアイランド線はシンガポール東部に位置するチャンギ空港と西部のジュロンを結ぶ、全長約 50km の地下鉄新線である。CR105 工区はチャンギ空港敷地、及び空軍敷地直下をシールドマシンにて 3.2km 掘進する工事であり、且つ、シンガポール初の大断面シールド工区であることから、難易度が非常に高く、発注者も特に注力している工区である。加えて、本件は空港施設敷地内でのアンダーピニング工事（ジェット燃料パイプライン）も含まれており、高い施工管理も要求されている工事である。



図 2 シンガポール島内クロスアイランド線位置図

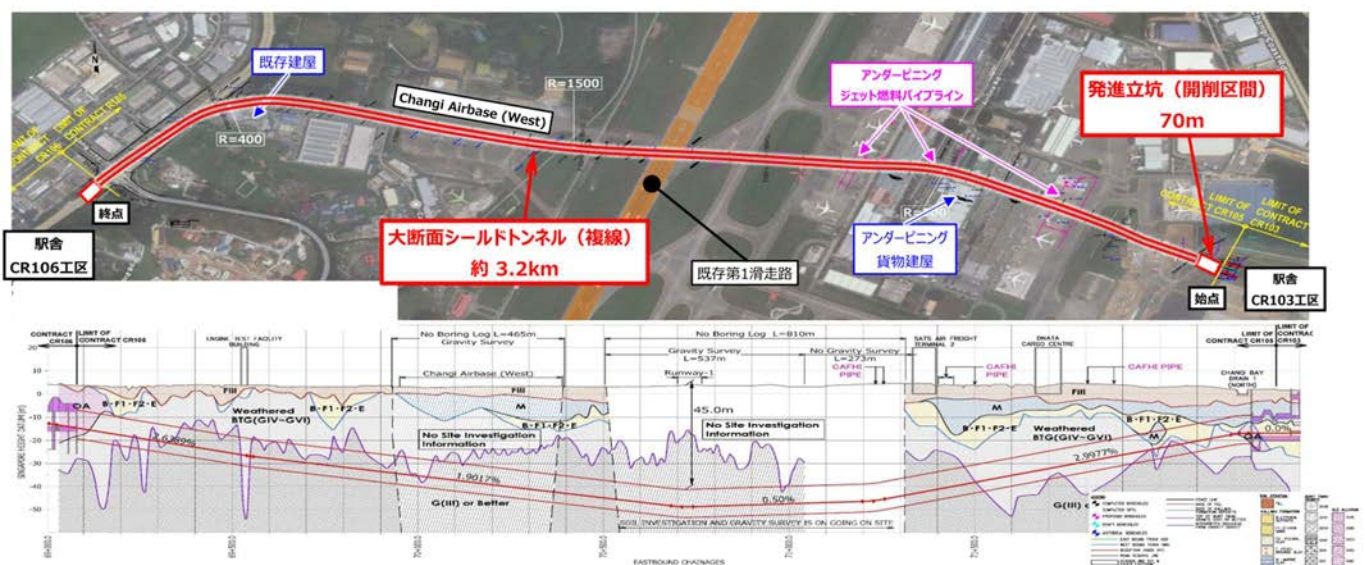


図 1 クロスアイランド線 CR105 工区工事位置平面図及び地質縦断面図

キーワード 地中連続壁, GFRP 鉄筋, シールドトンネル発進

連絡先 〒163-0606 東京都新宿区西新宿 1 丁目 25 番 1 号 新宿センタービル 大成建設(株) 国際支店土木部

TEL 03-5381-5336 FAX 03-3345-8355 E-mail: tkskus00@pub.taisei.co.jp

3. GFRP 鉄筋活用事例

3.1 GFRP 鉄筋の配置概念図および諸元

GFRP 鉄筋の配置概念図を図 3 に示す。黒線が異形鉄筋、白線が GFRP 鉄筋を示す。

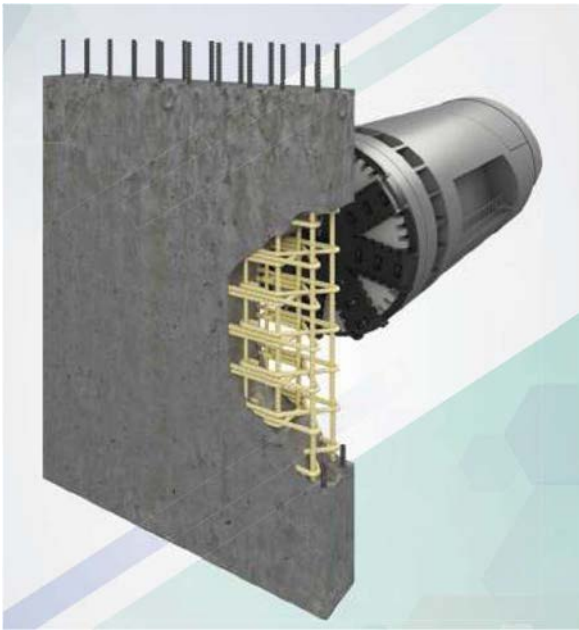


図 3 GFRP 鉄筋の配置概念図

異形鉄筋と GFRP 鉄筋の諸元の比較を表 1 に示す。GFRP 鉄筋の引張強度は異形鉄筋 (Grade 500) の約 163% である。GFRP 鉄筋の引張ひずみは異形鉄筋 (Grade 500) の約 44% である。これらより、GFRP 鉄筋は異形鉄筋よりも引張強度が高く、破断しやすい材料といえる。

表 1 異形鉄筋と GFRP 鉄筋の諸元の比較表

Mechanical properties	Steel Rebar Grade 500	GFRP ASTEC GR45U-16
Yield Strength (Re)	500 MPa	/
Tensile Strength (Rm)	600 MPa	980 MPa
Strain at Rm (Agt)	5.0%	2.18%
Modulus of Elasticity (MoE)	205 GPa	45 GPa

参考文献

・ Dextra Group ホームページ :

<https://www.dextragroup.com/activities/technical-solutions-for-construction/solutions/26-concrete-construction/composite-frp-reinforcement/57-astec-soft-eyes>

・ GFRP 鉄筋の継手長 :

ACI 440.1R-15, 2015: "Guide for the Design and Construction of Concrete Reinforced with FRP Bars," Published by the American Concrete Institute, Farmington Hills, MI.

3.2 GFRP 鉄筋の特徴

a) 長所

・ 異形鉄筋は、トンネル切削時、シールドマシンの回転ビットに鉄筋を巻き込み、打設済みの連壁コンクリートの品質を損なう恐れがあるが、GFRP 鉄筋は、トンネル切削時に瞬時に破断可能なため、連壁コンクリートの品質に優れる材料である。

b) 短所

・ シンガポール国内の工事において、異形鉄筋と GFRP 鉄筋との重ね継手長は ACI コードに準拠することが一般的だが、異形鉄筋と GFRP 鉄筋との継手は異形鉄筋どうしの重ね継手長の 2 倍程度長い。

以下に重ね継手長の算定式を示す。

$$\ell_d = \frac{\alpha \frac{f_{fr}}{0.083 \sqrt{f'_c}} - 340}{13.6 + \frac{C}{d_b}} d_b$$

where C = spacing or cover dimension, mm;

f_{fr} = stress to be developed, MPa;

f'_c = concrete design compression strength, MPa;

α = top bar modification factor

d_b = diameter of reinforcing bar, mm

・ 異形鉄筋と GFRP 鉄筋との継手には Uクリップを用いることが慣用であるが、継手部が異形鉄筋どうしの継手と比較すると、滑りやすく、安全面で注意が必要である。

4. まとめ

本工事ではシールドマシン発進時に伴う地中連続壁切削部の材料として日本で実績のない GFRP 鉄筋を用いたため、ここで事例を紹介した。