

Ⅲ-657

S M Wに新素材を用いた芯材の曲げ耐力

日本鉄道建設公団 正会員 高松正伸

日本鉄道建設公団 正会員 小島 滋

日本鉄道建設公団 阿部修三

1. はじめに

シールドトンネルの発進・到達時に地盤改良を必要としない新素材コンクリート部材を用いた、山留め壁（以下NOMST部材）の開発・実用化が進んでいる。このことから、立坑構築時の山留め壁（SMW工法）にNOMST部材を芯材として採用するに当たり、立坑掘削時及びシールド発進・到達時に必要な曲げ耐力が確保されているか、確認する必要がある。

芯材断面は、SMW施工可能なよう鼓形断面とした。そのため、一般的に使用されているNOMST部材の矩形断面と同様な設計示方・曲げ耐荷挙動を示すか、確認するため実物大での静的曲げ耐荷挙動実験を実施した。本論文は、この実験結果について報告するものである。

2. 実験概要

(1) 供試体

実験に使用した供試体の設計基準強度は 700kgf/cm^2 とし、コンクリート配合の粗骨材には切削可能な石灰石を使用した。コンクリート配合を表-1に示す。供試体形状はSMW削孔径65cm、芯材間隔45cmに削孔及び建込可能な形状とし、桁高50cm、幅30cmの鼓形断面とした。（図-1）

主筋には、公称直径21mmのCFRPストランド（19本より線）を正負断面力に応じて4本、5本の計9本配筋した。また、スターラップ筋には直径8mmのCFRP素線を65mm間隔に配筋した。（図-2）

主筋の端部には鋼製の定着グリップを取り付け、鋼板の定着金具で固定した。

(2) 荷重・変位及び計測

荷重・変位位置はせん断スパン比から中央に2点荷重とした。また、荷重は曲げモーメントの大きい負曲げ側とし、荷重ステップは正負の繰り返し荷重を受けることから、第1ステップは設計荷重の0.5、第2ステップは設計荷重の0.8、第3ステップは破壊荷重までとした。（図-3）

計測はコンクリート表面、主筋・スターラップ筋のひずみを測定した。また、変位測定を3箇所測定することとした。（図-4）

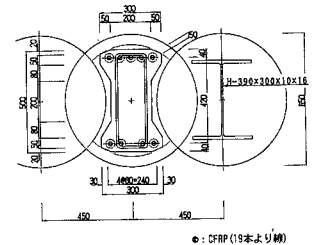


図-1 供試体断面

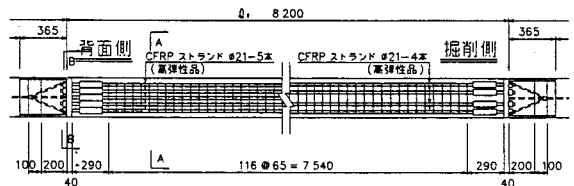


図-2 供試体の配筋

表-1 コンクリートの配合

粗砂の最大寸法 mm	スランブの範囲 mm	空気量の範囲 %	水セメント比 w/c %	細砂率 s/a %	単位量 (kg / m ³)				
					水 W	セメント C	粗砂材 S	粗砂材 G	消石灰 L
2.0	3±1.5	1.5±1	2.8	3.7	168	600	615	1086	7.26

表-2 主筋の性質

名 称	仕 様	呼び径 mm	断面積 cm ²	引張強度 kgf	弾 性 係 数 kgf/cm ²
主 筋 (19本より線)		21	2.632	23,000	1.7×10^4
スターラップ筋		8	0.50	2,314	1.2×10^4

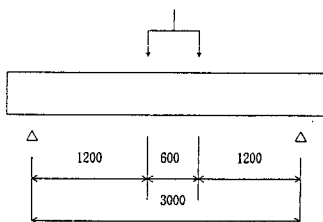


図-3 荷重・変位位置

3. 実験結果

(1) 荷重-変位

変位特性は初亀裂発生荷重(9.8tf)までは直線的に変位し、初亀裂発生後はやや傾きが変化するものの直線的な変位を示した。設計荷重時(53.7tf)の変位量は矩形断面実物試験と良く一致していた。(図-5)

(2) 破壊荷重

破壊は79.0tfで破壊し、破壊形態は①コンクリートの圧壊による曲げ圧縮破壊であった。②引張側のCFRP主筋は破断には至らなかった。③スターラップ筋に包囲されていない、外側のCFRP主筋のはらみ出しが見られた。

(3) コンクリート表面ひずみ及び主筋ひずみ

設計荷重載荷時のコンクリート圧縮側とCFRP主筋のひずみによる中立軸の実測値は、理論値と比較して約1cm上側寄りであるが、比較的良く一致していた。(図-6、図-7、図-8)

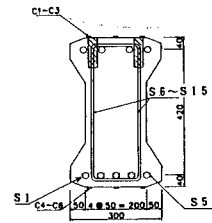


図-4 変位測定位置

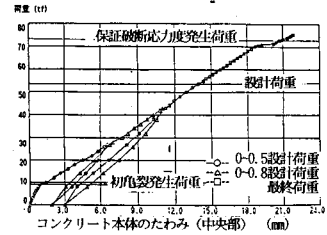


図-5 荷重-変位

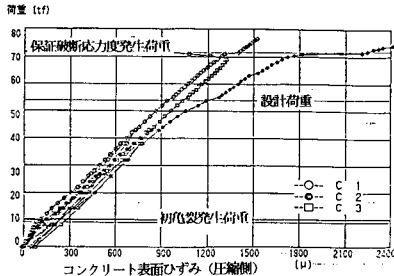


図-7 コンクリート表面ひずみ（圧縮側）

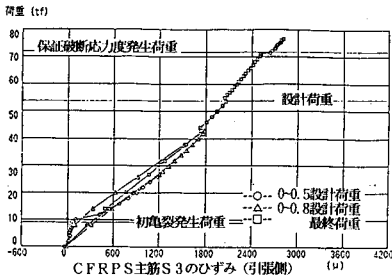


図-8 CFRP主筋ひずみ（引張側）

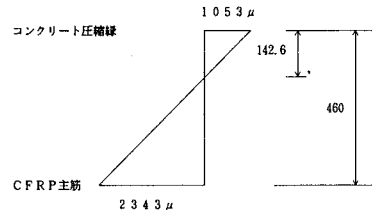


図-6 歪み分布

表-3 試験結果表

	初 亀 裂 破 壊					ひびわれ性状		変位特性		剪断
	中立軸					ひびわれ幅		(荷重=52.0t)		耐力
	荷重	セハト	荷重	セハト		間隔				
理 論	t	t.m	t	t.m	cm	k=1.0 0.56mm	cm	Ec=3.5 6.2mm	31.7t	
	9.8	6.2	72.8	44.0 (1.33)	15.27	k=1.3 0.73mm	13.8	Ec=1.5 14.4mm		
実 測	t	t.m	t	t.m	cm	0.60mm	cm	13.9mm	39.5t	
	9.0	5.7	79.0 (1.47)	47.7	14.26		13.3			

()内は安全率 k=1.0 鋼材の付着性状を表す定数(異形鉄筋)
k=1.3 (普通丸鋼)

4. まとめ

実証実験の結果、主筋の有効高確保から被りが小さくなったため、初亀裂発生荷重が理論値よりやや小さい値であったが、設計曲げモーメント(32.5tf-m)に対する安全率は1.47となった。また、①変位特性②破壊特性③せん断耐力④ひびわれ性状とも理論値以上あり、矩形断面曲げ試験結果と同様であった。よって、RC部材としての設計示方が可能である。(表-3)

以上のことから、土留め壁としての曲げ耐力が充分確保されていることが確認された。

現在この部材を用いて単線シールド(外径7.2m)発進・到達用として、立坑山留め壁(芯材長さ30m)の施工を終了している。なお、実証実験に当たってはNOMST研究会の協力をいただいた。

参考文献

- 園田徹士他：NOMSTの開発(1991-1994) 土木学会第47回年次学術講演会講演概要集1992.9