

新素材を用いたコンクリートブロックのせん断補強に関する実験的研究

東海旅客鉄道 正会員 ○吉田 幸司 フェロー 関 雅樹
 岐阜大学 フェロー 六郷 恵哲
 鹿島建設 関田 徹志 正会員 福田 一郎

1. はじめに

兵庫県南部地震の際、鉄道高架橋には多くの被害が生じた。その中で、店舗・事務所等の高架下利用箇所において、間仕切り壁等がある場合には、大きな被害に到らなかった事例も散見された。これは、間仕切り壁にはコンクリートブロック造が多く、耐震壁としてまでは考慮するには到らないが、ある程度の耐震性能向上になるとの知見と一致する¹⁾。一般に、ブロック壁の耐力は、目地部のせん断抵抗力が支配要因である。このため、既存ブロック壁のせん断伝達機構を改善することで、高架橋の耐震性能の向上に寄与する可能性がある。本研究は、ブロック空洞部に新素材（連続繊維ロープ、ECC）を用いて充填補強することにより、ブロック間のせん断伝達機構の改善の可能性に関する基礎的な実験的検討である。

2. 試験概要

実験はブロック造の壁を想定した要素試験体とした。このため、試験体は、JIS A 5406 : C 種相当の建築用コンクリートブロック（390mm×190mm×120mm）を目地厚 10mm で積み、空洞部に 3 種類の仕様で補強した試験体を各 1 体（計 3 体）作成した。

表-1 に試験体補強仕様を示す。実験要因はブロック空洞部分

への充填材料の違いとして高靱性セメント系複合材料²⁾（ECC : Engineered Cementitious Composite）と無収縮モルタル並びに連続繊維ロープの有無の違いである。試験体の形状・寸法および載荷概要図を図-1 に示す。

載荷方法は、継目部にせん断力が大きく作用するように二面せん断試験とした。また、試験体は、繊維ロープの定着長さが十分確保できるように 9 個を一体とした。

3. 補強材料等の材料特性

試験に用いたセメント系材料や連続繊維ロープ等の各種材料の仕様、材料特性を表-3～表 6 に示す。

表-3 ECC の仕様

項目	摘要
圧縮強度の下限値	24N/mm ²
使用繊維	高強度PVA繊維
繊維混入率 (vol. %)	2.1
モルタル仕様	プレミックス材

表-4 コンクリートブロック特性

種別	圧縮強さ*1 (N/mm ²)	圧縮強さ*2 (N/mm ²)
	JIS A 5406	
C種	15.6	28.7

*1: 全断面(含、空洞部)に対する圧縮強さ

*2: ブロック断面(除、空洞部)に対する圧縮強さ

表-1 試験体補強仕様

試験体No.	仕 様	
	充填材料	芯材
MR-A	無収縮モルタル	連続繊維ロープ (アラミド繊維)
ECC-N	ECC	—
ECC-A	ECC	連続繊維ロープ (アラミド繊維)

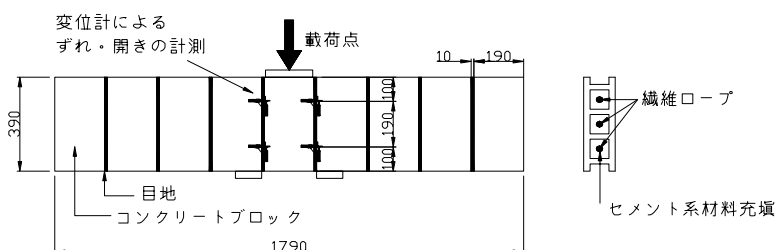


図-1 試験体・載荷概要図

表-5 連続繊維ロープ材料特性

連続繊維ロープ	径	引張強さ 規格値 (kN)	引張強さ (kN)	伸び率 (%)	弾性係数 (kN/mm ²)*
アラミド繊維	φ14	90以上	123	4.2	54.2

*: 弾性係数は初荷重（250N）～破断までの領域で算出

表-6 モルタル材料特性(材齢 21 日)

材料種別	圧縮強度 (N/mm ²)	静弾性係数 (kN/mm ²)	割裂引張強度 (N/mm ²)	引張終局 ひずみ(%)
	JIS A 1108	JSCE-G-502	JIS A 1113	
ECC	32.7	14.3	3.1 ※	4.8
無収縮モルタル	71.4	22.1	2.0	—
目地モルタル	52.5	25.8	3.7	—

※: ECCの引張強度は一軸引張試験による引張降伏強度

キーワード：連続繊維，ECC，コンクリートブロック，せん断，耐震補強

連絡先：〒485-0801 愛知県小牧市大山 1545-33 東海旅客鉄道技術開発部 TEL.0568-47-5374 FAX.0568-47-5364

表-7 載荷試験結果

イベント	項目	試験体No.		
		MR-A	ECC-N	ECC-A
ひび割れ発生*2	荷重 (kN)	88.8	130.2	106.6
	平均せん断応力 (N/mm ²) *1	1.1	1.6	1.3
	平均目開き (mm)	0.01	0.01	0
	平均ずれ (mm)	0.02	0.03	0.02
最大荷重	荷重 (kN)	188.5	253.2	249.4
	平均せん断応力 (N/mm ²) *1	2.4	3.2	3.1
	平均目開き (mm)	0.53	0.19	0.12
	平均ずれ (mm)	0.34	0.36	0.38
ずれ3mm *3	荷重 (kN)	78.9	-	115.4
	平均せん断応力 (N/mm ²) *1	1	-	1.5
	平均目開き (mm)	2.95	-	1.13
	平均ずれ (mm)	3.0	-	3.0

*1：平均せん断応力は、荷重を試験体の有効断面積（幅120mm×高さ330mm）で除した値とした。

*2：ひび割れ発生荷重は、実験時の状況と荷重－目開き関係の傾きが変化した点から判断した。

*3：ロープを配置した試験体では、最大荷重後に、ずれ量3mm前後で荷重が一旦保持される点で比較した。

4. 載荷試験結果・考察

試験結果を表-7に示す。また、荷重－平均ずれ変位の関係および荷重－平均目開き変位の関係を図-2および図-3に示す。なお、各図の平均変位は8測点の平均値である。

いずれの試験体も、目地部のひび割れ発生後も荷重は増加した。連続繊維ロープの有無で比較すると、ECCのみの試験体（ECC-N）とECC+ロープ試験体（ECC-A）の最大荷重はほぼ同等であるが、ECCのみの試験体（ECC-N）は最大荷重到達後の荷重が単調に低下するのに対し、ECC+ロープ試験体（ECC-A）は一定の荷重状態を保持できることが分かった。この段階はロープがせん断力を負担しているものと考えられる。

次に、充填材料の違いで比較すると、最大荷重および最大荷重到達後に保持できる荷重が ECC+ロープ試験体（ECC-A）の方が、無収縮モルタル+ロープ（MR-A）より大きい。これは、ECCの繊維の架橋効果によりせん断耐力が大きくなるためと考えられる。しかし、ECC+ロープ試験体（ECC-A）の平均ずれが6mmに達した以降は、保持できる荷重の大きさが無収縮モルタル+ロープ試験体（ECC-A）とほぼ等しくなっており、この段階からは、せん断力のほとんどをロープが負担しているものと推察される。

5. まとめ

新素材を用いたコンクリートブロックのせん断補強に関する基礎的な実験から以下の知見を得た。

- (1) ブロック空洞部に新素材（連続繊維ロープ、ECC）による補強にて、目地部のひび割れ発生後も荷重が増加し、せん断伝達機構の改善が図れた。この結果、ブロック壁補強の可能性を示した。特に、連続繊維ロープとECCの組み合わせの試験体が、ブロック構造体の強度および変形性能を大きく改善することを確認した。
- (2) 充填材の芯材として連続繊維ロープを配置することで、ブロック間のせん断ずれにより生じる大きな変形に対する抵抗性能、およびブロック構造全体の崩壊を防ぎ一体化を保持する拘束力を発揮する可能性を示した。

参考文献

- 1) 田畑ほか：コンクリートブロックで充填されたRCラーメン構造の交番載荷試験，土木学会第52回年次学術講演会，V-269，pp.538-539，1997.9
- 2) Victor C. LI：From Micromechanics to Structural Engineering –The Design of Cementitious Composites for Civil Engineering Applications, JSCE J. of Struct. Mech. and Earthquake Eng., No.471/ I-24, Vol. 10, No.2, pp. 37-48, July 1993

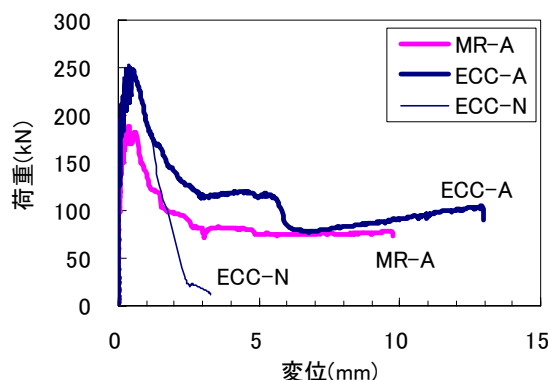


図-2 荷重－平均ずれ変位の関係

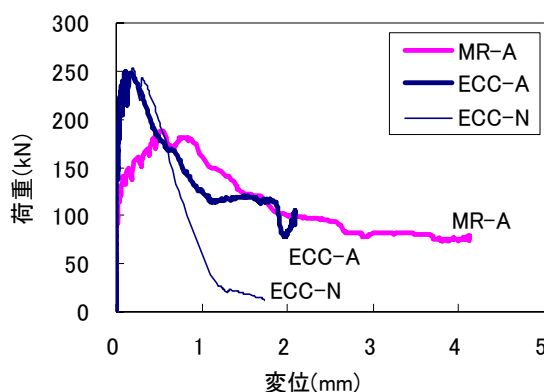


図-3 荷重－平均目開き変位の関係