

押抜きせん断試験による EPS モルタルゲートの終局耐力の評価

山口大学大学院 学生員 ○山村春樹
九州産業大学 正会員 松尾栄治

山口大学大学院 正会員 川崎秀明
山口大学工学部 正会員 牧原貴之

1. はじめに

現在、我が国には無数の樋門、樋管ゲートが存在している。それらのほぼ全ては鋼製であるが、その多くが更新時期を向かえつつあり、改修等が必要となっている。その際、鋼製ゲートよりも軽量・高耐久性・低コストのゲートが開発されれば、その需要は大きいものと考えられる。そこで、国交省河川局研究開発プロジェクトにおいては、発泡スチロール（Expanded Polystyrene、以降「EPS」と表記）廃材から作られる EPS 細骨材を使用した軽量モルタル（以降「EPS モルタル」と表記）に着目し、これを主材としたゲートの開発を行っている。その中心的試験として水圧载荷試験を行っており、所定の設計水圧までの変形挙動等の評価を行っている。本研究では水圧载荷後の残存終局耐力の評価を目的に、5 体のゲート供試体を対象に押抜きせん断耐力を実験的に求めた。その結果について床版寸法と補強材量を要因とした相対比較を行った。

2. 実験方法

供試体の概要を表-1 に示す。ゲートは平板状であり、寸法は 1575×1650mm、厚さは 100 および 75mm である。いずれも鋼製のフレーム内に EPS モルタルを打設したが、このフレームは捨て型枠としてだけではなく、ゲート開閉時の緩衝材としての機能や水圧に対する補強効果も有している。5 体のうち 4 体には引張側（下流側）に補強材を配した。補強材には炭素繊維の FRP 格子筋を用いた。FRP 格子筋の材質は CR と CMR の 2 種類があり、CR は高強度タイプ（引張強度 1400N/mm²、引張弾性率 100,000 N/mm²）、CMR は高弾性タイプ（引張強度 1200N/mm²、引張弾性率 165,000 N/mm²）である。数字は格子筋の断面積を示している（「5」は 13.2mm²、「6」は 17.5mm²）。

EPS モルタルの配合はいずれも「水セメント比 35%、EPS 混入量 50%、AE 減水剤をセメントの 2% 使用」とし、5 体のうち 3 体にはビニロン短繊維を混入した。試験材齢はいずれも 170 日を超える長期材齢としたが、K2～7 は約 91 日において、K11～13 は約 28 日において水圧载荷試験に供しており、その後は押抜きせん断試験まで学内に保管した。

载荷は 4 隅の浮上がり防止を設けない 4 辺単純支持、スパン 130cm、支持辺長 80cm とし、平板中央の 10×10cm の面積にて硬質ゴム板を介して荷重を与えた。载荷速度は 1mm/分の変位制御方式とした。载荷方向は水圧载荷

表-1 供試体の概要

ゲートの名称	ゲートの寸法 (mm)	補強材			EPSモルタル			
		品番	ピッチ (mm)	かぶり (mm)	W/C (%)	EPS混入率 (%)	AE減水剤の使用量	VF (%)
K2	1575×1650×100	CR6	50	10	35	50	C×0.02	—
K4	1575×1650×100	—	—	—	35	50	C×0.02	0.5
K7	1575×1650×75	CR6	50	10	35	50	C×0.02	—
K11	1575×1650×100	CMR6	50	10	35	50	C×0.02	0.5
K13	1575×1650×100	CMR5	50	10	35	50	C×0.02	0.5

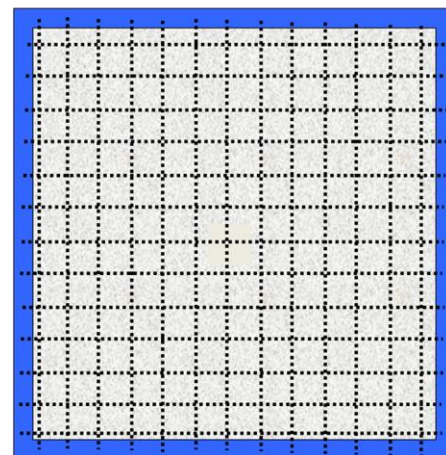
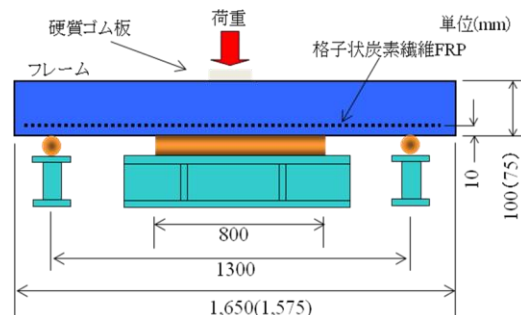


図-1 载荷方法

キーワード：EPS モルタル、押抜きせん断試験、終局耐力、水圧载荷試験

連絡先：〒755-8611 宇部市常盤台 2-16-1 山口大学大学院理工学研究科 TEL:0836-85-9349

試験と同じ方向である。測定項目は、最大荷重、平板中央の変位、上下面表層の各 9 点のひずみである。また、試験日の圧縮強度を推定するため、リバウンドハンマーを使用した。

3. 実験結果

試験結果の一覧を表-2 に示す。リバウンドハンマーによる圧縮強度の推定値は既往の研究と比較しても極端に大きいため、材齢 91 日における圧縮強度の実測値を土木学会式に適用して押抜きせん断強度の理論値を算出した (K4 は内部補強筋を有さないため算出不可)。これは鋼製フレームがない場合かつバージン供試体の場合の理論値である。今回は全試験体に鋼製フレームがあるため、曲げ剛性が向上している一方で、全ての試験体は設計値である 4.6m の水圧を 2 回受けているため、耐力が低下している可能性が高い。しかしながら、押抜きせん断耐力の「実験値/理論値」では、K4 以外の全試験体で 1 以上の安全側となった。これは、水圧载荷によるダメージ以上にフレームによる強度改善効果が高いことが推察され、残存終局強度は十分にあると考えられる。K2 と K4 を比較すると、格子筋により終局耐力が 2 倍以上に改善されていることがわかる。また、高弾性タイプの FRP 格子筋を使用した K11 と K13 の「実験値/理論値」が大きく、剛性改善が終局耐力に及ぼす影響が大きいことが確認できた。

図-2 に荷重と中央部の変位の関係を示す。補強筋を有さない K4 は変形が大きく、目視観察においてもビニロン短繊維による靱性の改善効果が確認できた。

図-3 に荷重と平板下流面中央のひずみの関係を示す。ひずみは局所的な測定であり、その挙動から変形特性を評価することが困難であったが、このことより、下流面には载荷中にひび割れが不規則に発生したことが推測される。

写真-1 に試験後の下流面を示す。水圧载荷によるひび割れと同時に押抜き面積が小さいことも確認でき、これはフレームによる剛性向上の効果と考えられる。

4. まとめ

- (1) EPS モルタルゲートは、設計水圧载荷後においても残存終局強度を十分に有している。
- (2) 高弾性タイプの FRP 格子筋は終局強度の向上においても有効である。
- (3) 靱性の改善にはビニロン短繊維が有効である。

表-2 試験結果一覧

ゲートの 名称	試験 材齢 (日)	部材試験結果				材料試験結果		
		ゲートの 重量 (kg)	最大 荷重 (kN)	JSCE 理論値 (kN)	実験値 ／ 理論値	推定圧 縮強度 (N/mm ²)	圧縮 強度 (N/mm ²)	ヤング 係数 (N/mm ²)
K2	372	367.8	81.3	65.9	1.23	40	17.8	6,217
K4	405	372.0	37.0	—	—	44	15.1	6,916
K7	390	281.9	51.6	47.1	1.10	36	15.7	5,800
K11	175	366.3	107.5	79.2	1.36	44	18.4	6,768
K13	171	368.4	108.4	74.2	1.46	42	19.5	6,763

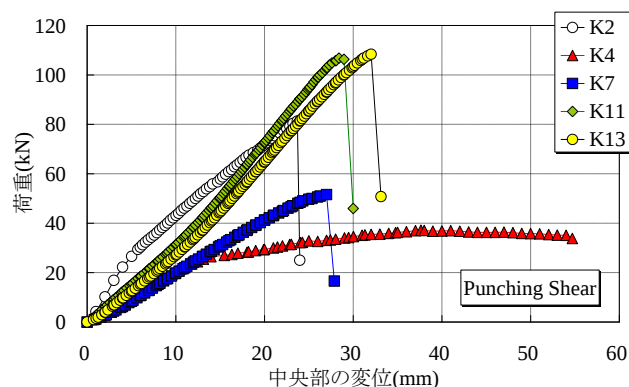


図-2 荷重-変位曲線

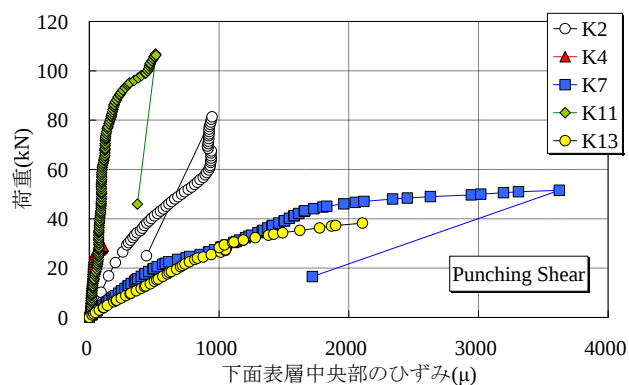


図-3 荷重-ひずみ曲線

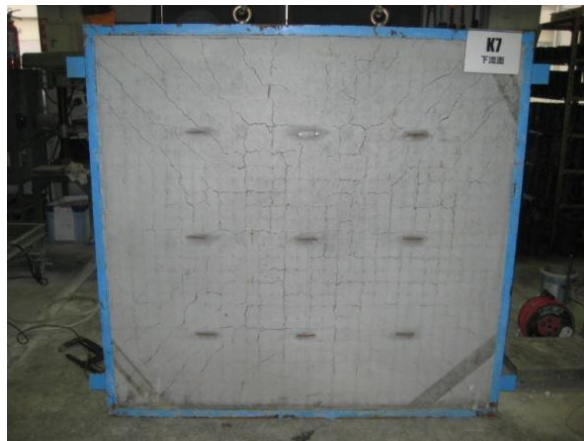


写真-1 試験後の下流面 (K7)