

水圧载荷履歴を受けた軽量モルタルゲートの残存終局耐力に関する実験的研究

九州産業大学 学生会員 ○市川淳也
九州産業大学 正会員 松尾栄治

1. はじめに

樋門樋管ゲートは国内に数多く存在しているが、その多くが更新期にある。更新においては、地震や洪水などの設計外力の増大によって扉体補強が必要となるなど、維持管理上の問題が切迫している。ゲート扉体の軽量化は有効な対策となるため、著者らは材料的軽量化の手段として EPS（発泡スチロール Expanded Polystyrene）モルタルに着目しており、これを母材とした軽量ゲートを開発している。その中で、特に主要な試験として水圧载荷試験があるが、本研究ではこの水圧载荷後の軽量ゲートの残存終局耐力の評価を行うものである。すなわち、計 26 体のゲート供試体を対象にその押抜きせん断耐力を実験的に求めた。

2. 実験方法

(1) 軽量ゲートの仕様

ゲートの仕様を表-1 左欄に示す。EPS モルタルの主な使用材料は普通ポルトランドセメント（密度：3.15g/cm³）、EPS 細骨材（密度：0.53g/cm³、実積率：64.8%、粗粒率：3.02、吸水率：0%、最大寸法：4mm）である。必要に応じて AE 減水剤、高炉ヒューム（BF）、ビニロン短繊維（VF）を混入した。ゲートの寸法は 1575×1650×100 (or 75) mm 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。このフレームは捨て型枠としてだけでなく、ゲート開閉時の緩衝材としての

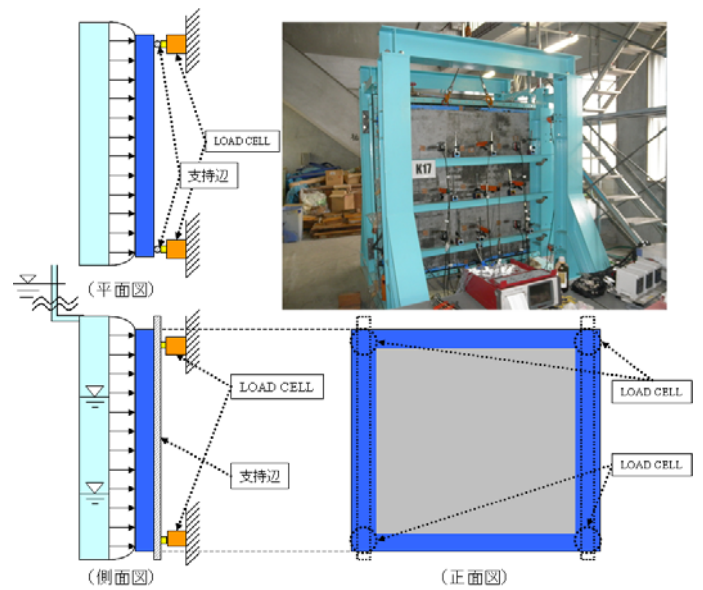


図-1 水圧载荷試験機概要

表-1 ゲート諸元および試験結果一覧

No.	ゲート寸法 (mm)	EPSモルタル					ゲート構造			水圧载荷時 最大変位 (mm)	残存耐力 (kN)	計算値 (kN)	実験値 /計算値
		WC (%)	EPS混入率 (%)	AE減水剤 使用量	BF (%)	VF (%)	炭素繊維FRP格子筋 ※タイプ・ピッチ(mm)	かぶり (mm)	特徴				
P1	1575×1650×100	35	50	—	—	—	—	—	ステンレス	—	57.5	—	—
K1	1575×1650×100	35	50	C×0.02	—	—	—	—	—	41.0	14.6	—	—
K2	1575×1650×100	35	50	C×0.02	—	—	CR6-50	10	—	—	81.3	65.9	1.23
K3	1575×1650×100	35	50	C×0.02	—	1.0	—	—	—	8.9	4.2	—	—
K4	1575×1650×100	35	50	C×0.02	—	0.5	—	—	—	—	37.0	—	—
K5	1575×1650×100	35	50	C×0.02	—	表層のみ1.0	CR6-50	10	2層構造	8.2	8.4	64.2	0.13
K6	1575×1650×75	35	50	C×0.02	—	—	—	—	—	75.0	6.1	—	—
K7	1575×1650×75	35	50	C×0.02	—	—	CR6-50	10	—	—	51.6	47.1	1.10
K8	1575×1650×75	35	50	C×0.02	—	1.0	—	—	—	73.0	14.0	—	—
K9	1575×1650×75	35	50	C×0.02	—	0.5	—	—	—	63.0	11.4	—	—
K10	1575×1650×75	35	50	C×0.02	—	表層のみ1.0	CR6-50	10	2層構造	22.0	58.0	44.4	1.31
K11	1575×1650×100	35	50	C×0.02	—	0.5	CMR6-50	10	—	—	107.5	79.2	1.36
K13	1575×1650×100	35	50	C×0.02	—	0.5	CMR5-50	10	—	—	108.4	74.2	1.46
K14	1575×1650×100	35	50	C×0.02	—	0.5	CMR8-50	10	—	4.9	115.8	88.3	1.31
K15	1575×1650×100	35	50	C×0.02	—	0.5	CMR8-50, CR8-100	10	複筋配置	4.7	108.9	61.6	1.77
K16	1575×1650×100	35	40	C×0.02	—	0.5	CMR8-50	10	—	4.0	169.4	98.8	1.71
K17	1575×1650×75	35	50	C×0.02	—	0.5	CMR8-50	10	—	10.6	97.2	51.8	1.88
K18	1575×1650×75	35	50	C×0.02	—	0.5	CMR13-100	10	—	13.0	87.0	57.7	1.51
K19	1575×1650×75	35	50	C×0.02	—	0.5	CMR8-50	10	—	4.5	126.6	56.7	2.23
K20	1575×1650×75	30	40	C×0.02	—	0.5	CMR8-50	10	—	4.5	127.6	64.0	1.99
G2	1575×1650×100	40	50	—	—	—	—	—	—	11.0	36.8	—	—
G3	1575×1650×100	40	50	—	—	0.5	—	—	—	18.0	50.1	—	—
G4	1575×1650×100	40	50	—	20	—	—	—	—	41.0	24.4	—	—
G5	1575×1650×100	40	50	—	—	—	CR6-50	10	—	7.5	105.8	65.9	1.61
G6	1575×1650×100	40	50	—	—	0.5	CR6-50	10	—	5.6	132.8	63.6	2.09
G12	1575×1650×100	35	50	—	—	0.5	CR6-50	10.0	—	—	158.6	57.8	2.74

機能や水圧に対する補強効果も有している。面的な引張補強材として FRP 格子筋を採用し、鋼枠フレーム内にかぶり 10mm で配置した。

(2) 水圧载荷試験

事前に行った水圧载荷試験機の仕様は、図-1 のようにボックス内（空色の部分）に水を注入し、水圧をゴム膜の膨張力に変換して载荷する方式である。設計水深は旧土木研究所の基準に従い 4.6m とした。試験機の所定の位置にゲート試験体を固定し、左右の 2 辺支持により水圧を载荷した。水圧は設計水深までを連続して 2 回载荷した。

(3) 押抜きせん断試験

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。载荷方向は水圧载荷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、格子筋と上下表面層の各 9 点のひずみである。また、試験当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。

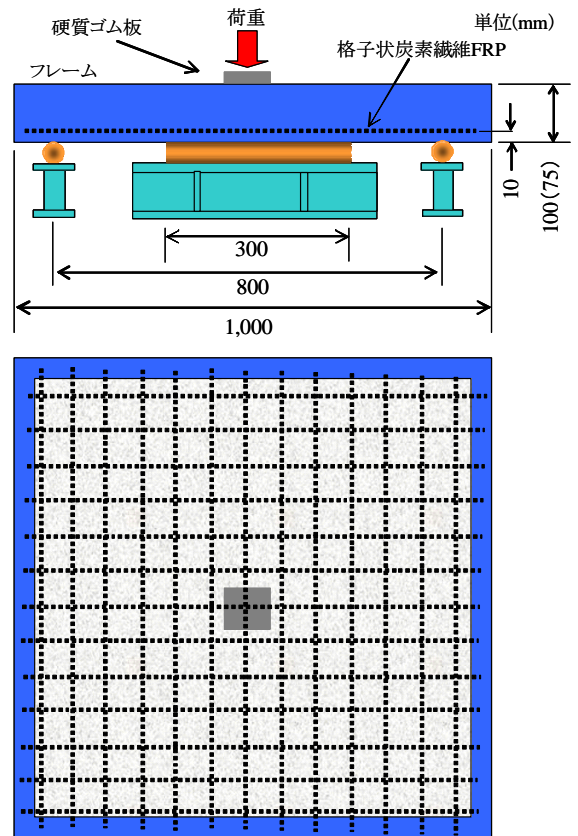


図-2 载荷方法

3. 実験結果

結果の一覧を表-1 右欄に示す。水圧を载荷した履歴があるため、ゲートによっては耐力が低下している可能性が高い。しかしながら、「実験値／計算値」は、K5 以外に関しては 1.0 以上の安全側を示す結果が得られた。計算値はフレームの補強効果を反映させていないため、その影響も含まれる。総合的に水圧载荷によるダメージ以上にフレームによる補強効果が高いことが推察され、残存終局強度は十分にであると判断できる。また、格子筋の存在により終局耐力が 2 倍以上に改善されており、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。最大荷重が 50kN 未達の供試体は FRP 格子筋を有さず、既に水圧により貫通ひび割れが発生し終局状態にあるものである。

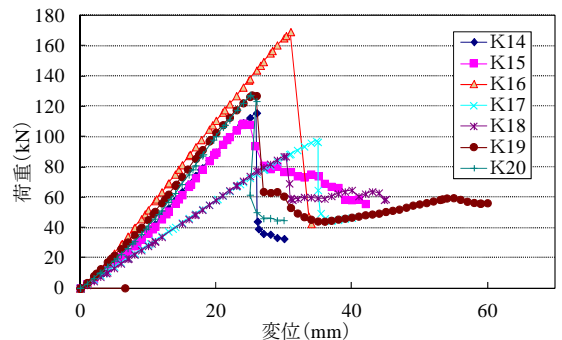


図-3 荷重-変位曲線の一例

水圧载荷時の最大変位と今回の押抜きせん断試験における最大荷重の関係を図-4 に示す。これより、水圧により 20mm を超える変位が生じた場合、終局耐力も大幅に低下することが明らかとなった。

4. まとめ

格子筋を有するゲートは設計水圧の载荷履歴があっても、十分な終局耐力を有している。目安として、設計水圧による最大変位を 20mm 未満に抑制できる構造に設計することが重要である。

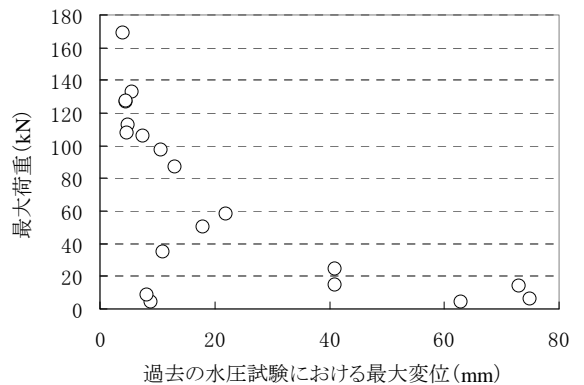


図-4 既往の最大変位と今回の最大荷重の関係