

プレキャストブロック式RC擁壁の構造耐力

了戒公利* 森二三人**

1. はじめに

近年、擁壁などの土留め構造物の分野においても、施工の省力化や工期短縮と同時に、景観への配慮など周辺環境との調和が求められ、これらに対応するためにユニット鉄筋、部材のプレキャスト化、大型型枠、埋込み型枠等の様々な技術開発がなされている。

ここでは、施工の省力化や工期短縮を目的に開発された、プレキャストブロック式RC擁壁（ハイティールウォール）の実大試験体による構造耐力実験の概要について報告する。

2. 目的

プレキャストブロック式RC擁壁¹⁾（以下、プレキャストRC擁壁という）は、工場製品であるプレキャストコンクリートブロック（以下、プレキャスト部材という）を積み上げ、プレキャスト部材の控え部に鉄筋を配置した後、中込めコンクリートを打設して、上下方向のプレキャスト部材を一体化させる形式の擁壁である。

プレキャストRC擁壁は、十分に品質管理された工場生産されるため、品質が均一であるだけでなく、運搬作業や築造作業が単純化されるため、ブロック工などの特殊作業員が必要なく、現場での作業効率を大幅に向上させることできるという特徴がある。

一方、プレキャスト部材を現場で一体化するプレキャストRC擁壁には、現場打ち鉄筋コンクリート擁壁²⁾では通常想定しない、ブロック間の“ずれ”や“目地開き”が生ずる恐れがあり、これらに起因する擁壁構造自体の耐力不足などが懸念される。そこで、「道路土工—擁壁工指針」³⁾で想定される荷重条件下における、プレキャストRC擁壁の構造性能を確認することを目的として、実大規模での荷重試験を実施した。

プレキャストRC擁壁の一例を図-1、図-2にまた、擁壁の完成写真の一例を写真-1に示す。

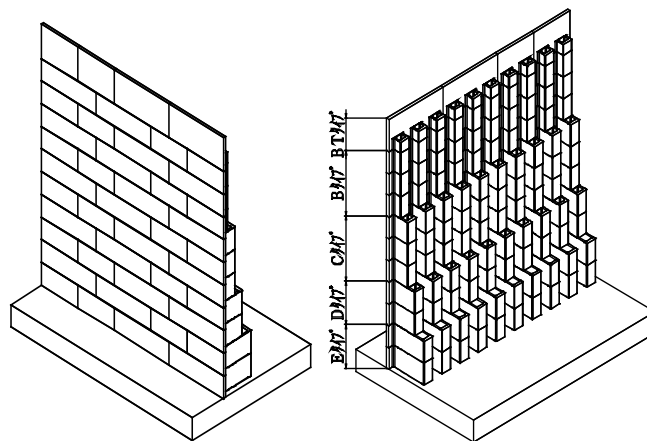


図-1 プレキャストRC擁壁標準図例（ハイティールウォール）

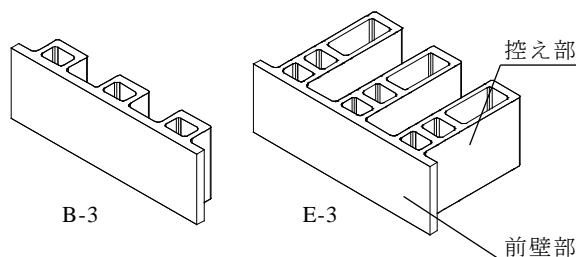


図-2 プレキャスト部材形状例



写真-1 現場写真例

3. 構造耐力実験

3.1 試験体

3.1.1 試験体概要

実大試験体は、壁体寸法が11m×2m（高さ×幅）、フーチング寸法が6m×2m×1.4m（奥行き×幅×高さ）とし、同一形状の試験体を2体製作した。実験に用いた試験体を写真-2および図-3に示す。

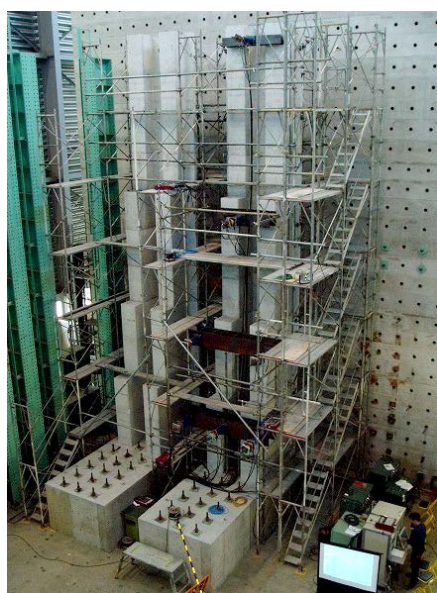


写真-2 試験体

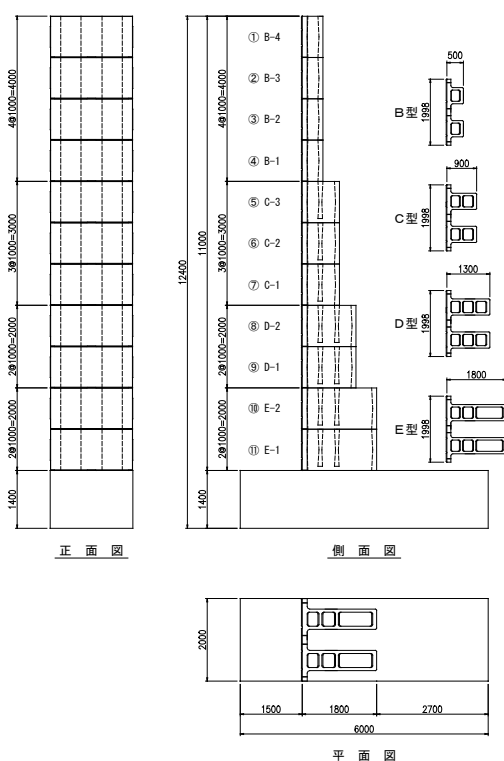


図-3 試験体形状図

3.1.2 使用材料

載荷試験に用いた材料を表-1に示す。

表-1 使用材料

種類	使用部位	規格
コンクリート	基礎コンクリート	$\sigma_{ck} = 30.0 \text{ N/mm}^2$
	中込めコンクリート	$\sigma_{ck} = 30.0 \text{ N/mm}^2$
	プレキャスト部材	$\sigma_{ck} = 30.0 \text{ N/mm}^2$
鉄筋	帯鉄筋(部材)	SD295A D10
	軸方向鉄筋 主筋:中込め	SD295A D16
		SD345 D19
		SD390 D29

3.2 試験方法

3.2.1 土圧の計算条件

下記の土質条件を想定し、試験体にかかる土圧相当荷重を算定した。

表-2 土圧の設計条件

項目	設計条件
土質	砂質土
内部摩擦角	$\phi = 30^\circ$
単位重量	$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$
上載荷重	$q = 10 \text{ kN/m}^2$

3.2.2 載荷方法

通常、擁壁への作用荷重は擁壁背面側から前面へ向けて作用する。試験では一端を反力壁に固定したPC鋼棒を介し、擁壁背面に設置したセンターホールジャッキを用いて土圧に相当する水平力を載荷した。なお、試験体のフーチングはPC鋼棒によって反力床に固定した。ジャッキ設置位置は各壁厚の頂部付近の4点とした。

加力サイクルは、P1（常時の1/3）、P2（常時の2/3）、P3（常時）、P4（地震時 $kh = 0.15$ ）、P5（地震時 $kh = 0.24$ ）、P6（壁下端のモーメントで地震時と終局時の中間）の荷重状態でそれぞれ1回の繰返し載荷を行い、その後、P7終局時（最大荷重）に達するまで単調載荷した。

3.2.3 計測方法

計測は載荷ステップごとに、荷重、変位、ひずみの3項目について実施したほか、各荷重状態におけるひび割れ状況を目視によって観察した。

土研センター

3.3 実験結果

3.3.1 荷重変位関係

擁壁下端位置の曲モーメントと最上段加力位置における擁壁の水平変位の関係を図-4、図-5に示す。試験体1では、曲げモーメントが6900kN・mに達した時点で事前に実施した鉄筋の引張試験より求めた降伏耐力に達し、軸方向鉄筋（プレキャスト部材の中空部に配置された鉄筋）の降伏を確認した。試験体2では、SD345降伏耐力に到達後、プレキャスト部材のせん断補強鉄筋が降伏し、10段目のブロックの斜めひび割れが開口したことに伴いジャッキ荷重が低下した。試験体2では、軸方向鉄筋の降伏は確認できなかった。

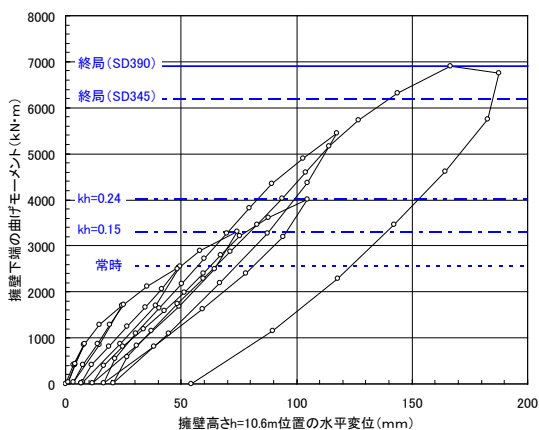


図-4 曲げモーメントと水平変位の関係 (試験体1)

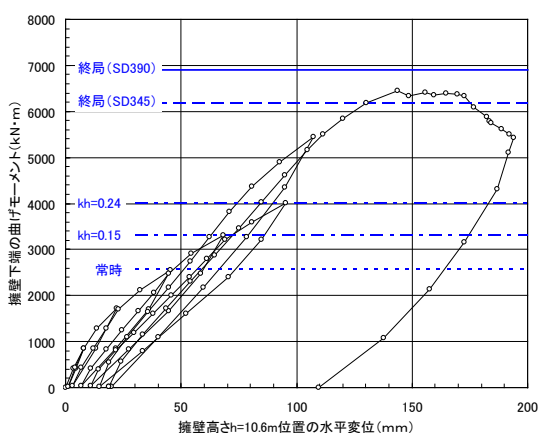


図-5 曲げモーメントと水平変位の関係 (試験体2)

3.3.2 ブロック間のずれ

ブロック間の相対水平変位について擁壁高さ方向の分布を図-6、図-7に示す。両試験体ともブロック間のずれは少なく、地震時 (kh=0.24) において最大0.2mm程度であった。

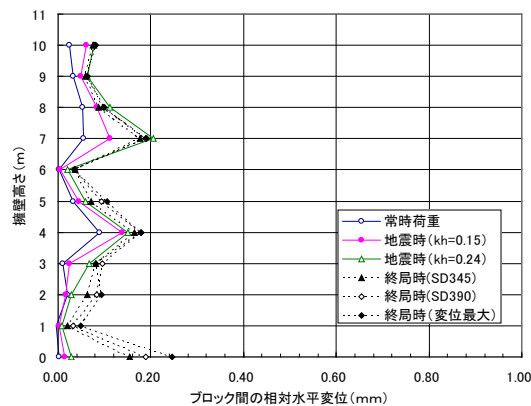


図-6 相対水平変位 (試験体1)

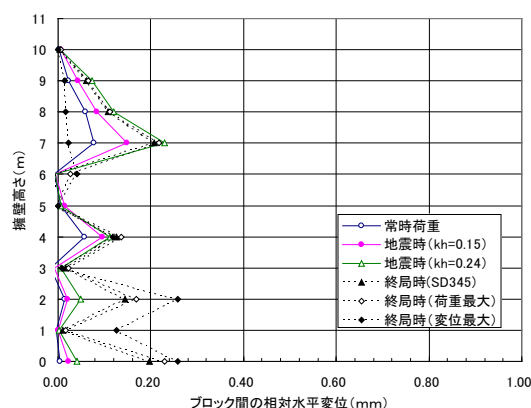


図-7 相対水平変位 (試験体2)

3.3.3 ブロック間の目地開き

各荷重状態における上下ブロック間の引張縁の目地開きについて、擁壁高さ方向の分布を図-8、図-9に示す。常時で最大1mm程度の目地開きが確認されたため、中詰めコンクリート部のひび割れ幅を「コンクリート標準示方書 構造性能照査編」⁴⁾に基づき照査した。それにより、ブロック間の目地開きに伴う中詰めコンクリート部のひび割れは0.31mmで、許容ひび割れ幅0.38mm以内に収まることを確認した。

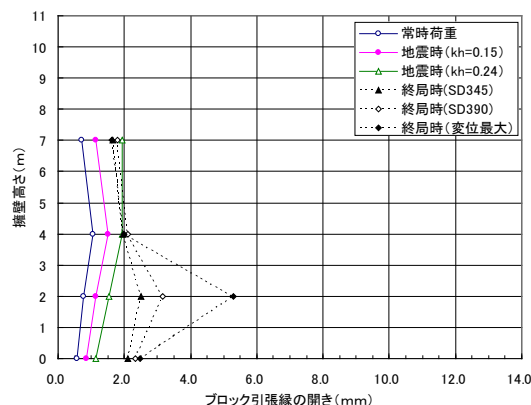


図-8 ブロック間の引張縁の目地開き (試験体1)

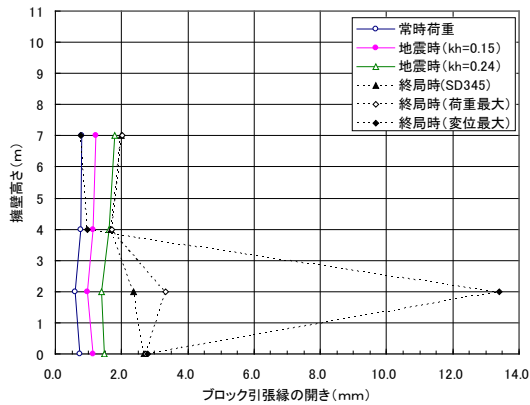


図-9 ブロック間の引張線の開き (試験体2)

3.3.4 ひび割れ発生状況

試験体のひび割れ発生状況を図-10に示す。試験体1、試験体2ともに、常時から地震時を経てSD345の終局荷重時まで、同様なひび割れ発生状況を示した。

常時で発生したひび割れ幅の最大値は0.15mmであった。「コンクリート標準示方書 構造性能照査編」により、常時において発生したひび割れは全て許容ひび割れ幅0.20mm以下であることを確認した。

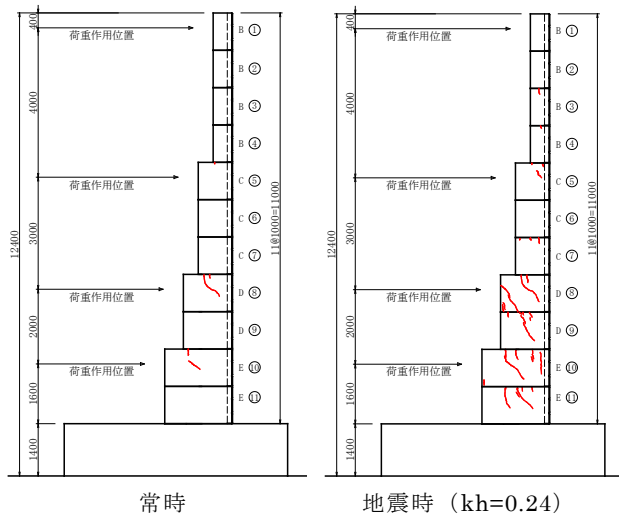


図-10 試験体のひび割れ発生状況 (試験体1)

3.3.5 耐力

試験体耐力と設計断面力の比較を表-3に示す。擁壁下端の断面力を用いて試験体耐力と設計値を比較すると、常時の設計断面力に対して、曲げモーメントで2.4倍、せん断力で2.8倍の耐力を有していた。また、地震時 (kh=0.24) の設計断面力に対して、曲げモーメント1.5倍、せん断力で1.8倍の耐力を有していた。

表-3 試験体耐力および設計断面力表

	試験体 No.	実験値 ¹⁾ ①	常時設計値 ²⁾ ②	地震時設計値 ²⁾ ③	常時比 ①/②	地震時比 ①/③
曲げモーメント (kN・m)	1	6,316	2,569	4,011	2.46	1.57
	2	6,191			2.41	1.54
せん断力 (kN)	1	1,993	688	1,095	2.90	1.82
	2	1,954			2.84	1.78

1) 擁壁下端の引張最外縁鉄筋ひずみが $2,000\mu$ (SD345の降伏ひずみ)に達した時点での断面力
2) 地震時設計荷重は kh=0.24での値とする

4. まとめ

建設技術審査証明⁵⁾取得に先立ち実施した構造耐力実験の結果から以下のことが明らかとなった。

- (1) プレキャスト部材間のずれは、地震時 (kh=0.24) において最大0.2mm程度であった。
- (2) プレキャスト部材間の目地開きは、常時で1mm程度あったが、目地開きに伴う中込めコンクリート部のひび割れ幅は、「コンクリート標準示方書 構造性能照査編」に示される許容ひび割れ幅未満であった。

以上から、現場打ち鉄筋コンクリート擁壁と同じ設計手法で設計されたプレキャストブロック式RC擁壁 (ハイティールウォール) は、「道路土工 擁壁工指針」で想定される荷重条件に対して十分な構造耐力を有していることが判明した。

参考文献

- 1) (財)土木研究センター：プレキャストブロック式RC擁壁、2005
- 2) (社)全日本建設技術協会：土木構造物設計マニュアル (案) 土木構造物・橋梁編、1999
- 3) (社)日本道路協会：道路土工 擁壁工指針、1999
- 4) (社)土木学会：コンクリート標準示方書 構造性能照査編、2002
- 5) (財)土木研究センター：構造用プレキャストコンクリートブロック積上げ式擁壁 建設技術審査証明報告書、2007

了戒公利*



財団法人土木研究センター
技術研究所 地盤・施工研
究部 部長 工博
Dr. Kimitoshi RYOKAI

森二三人**



昭和コンクリート工業(株)
開発部 部長
Fumihito MORI