

高松高専	正会員	長友	克寛
日本興業	正会員	松山	哲也
高松高専専攻科	学生会員	○藤澤	信公
高松高専専攻科	学生会員	五嶋	邦宏

1. 研究目的 近年、施工の省力化と建設コストの低減を図る目的でプレキャストコンクリート製の大型ブロック積み擁壁（以下、擁壁と略記）が開発され、施工実績も着実に増加している。しかし、その地震時における設計には十分解明されていない不確定な事項が幾つか含まれている。例えば、擁壁の地震時における安定計算においては、擁壁を剛体と仮定した計算が行われる。実際には、多段積み擁壁の場合、地震時における挙動は弾力的なものとなることが予想され、必ずしもこの仮定が適切とはいえない。また、擁壁の断面設計は、自重、地震時慣性力および土圧等に基づく作用断面力を用いて行われ、地震時に擁壁が背面に衝突する際の衝撃力は考慮されていない。本研究は、擁壁模型の振動実験を実施し、これら未解明の設計上の問題点に関する知見を得ることを目的としている。実験に際しては、リサイクル材の擁壁への積極的利用を図るため、中込め材としてコンクリートの代わりに高炉スラグ砕石を使用することを念頭においた。

2. 実験概要 **写真－1**に今回作製した大型ブロックの模型試験体、**図－1**に試験体の形状・寸法をそれぞれ示す。試験体は、実際のプレキャストコンクリート製大型ブロックの1/10の模型であり、中央に84×104mmの中空部、両側面に42×104mmの開口部をもつ。現場では、これらの内部に中詰めコンクリートを打設し、一体化を図りながら積み上げていく。しかし、本研究では、リサイクル材の有効利用の観点から中空部の中詰め材として碎石を使用した。**写真－2**に試験体を振動台に設置した状況を示す。本実験では振動台上に擁壁と同じ傾斜をもつ木製の支持台を作製し、それにブロックをもたれかからせる形で5段積みにして振動させた。振動台は、振幅25mmの正弦波で、周波数0.5Hz刻みで数回ずつ揺らし、各周波数の間は連続的に増加させる方式をとった。

表－１に実験変数の一覧を示す。実験変数は、擁壁を支持する底面と背面の条件各３種類、中空部と開口部への中込め材の有無、および中込め材の組合せである。擁壁のつま先にストッパーを設けた試験体については、加速度計を貼付し、ブロック毎の振動方向への加速度を計測した。両側面開口部にコンクリートをはめ込んだ試験体については、上部２箇所ブロック接合面位置における中込めコンクリートに歪ゲージを貼付し、曲げ縁歪を測定した。

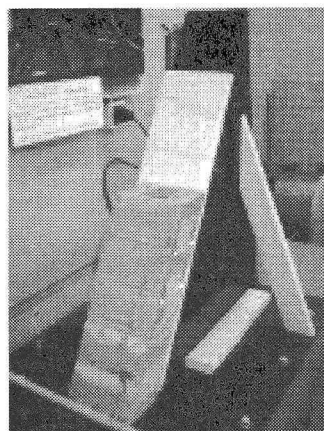


写真-2 試験体の設置状況

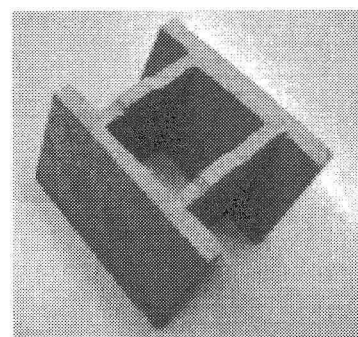
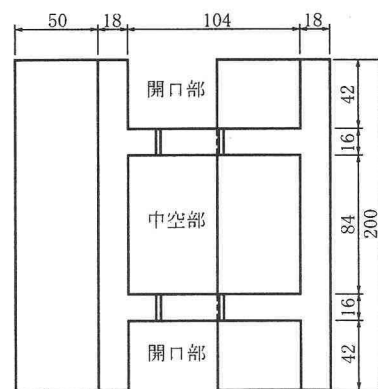
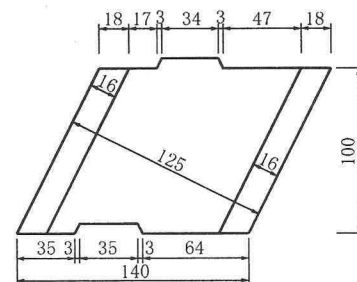


写真-1 大型ブロックの模型



(a) 平面图



(b) 側面図

図-1 試験体形状・寸法（単位mm）

表-1 実験変数

実験変数	内容
底面の条件	木板, サンドペーパー貼付, つま先ストッパー
背面の条件	木板, 発砲スチロール(厚さ5mm)貼付, エアークッション貼付
中込め材	無し, 中空部に碎石, 側面開口部にコンクリート, 両者

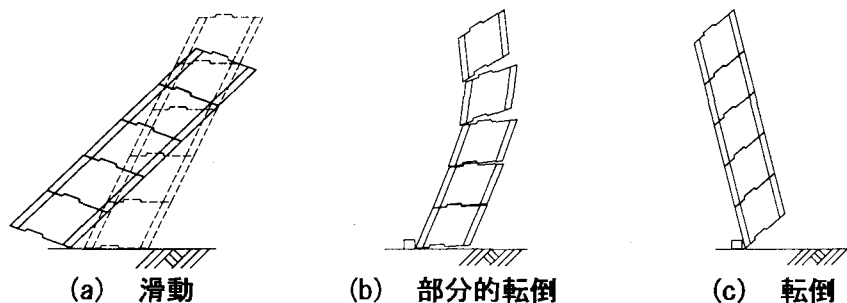


図-2 代表的な破壊形式

3. 破壊形式 図-2に、本実験で観察された破壊形式を3つに大別して示す。同図(a)の滑動は支持底面が摩擦の小さい木板の場合に見られた。同図(b)の部分的転倒は、支持底面にサンドペーパーを貼るかストッパーを設けた場合で、かつ中込め材無しかあるいは中空部に碎石を投入した試験体における、下から4段目と5段目のブロックに生じた。その際、中込め材無しの試験体よりも中空部に碎石を投入した試験体の方が、転倒時の周波数が2.5強から3.0Hz強へと増加し、耐震性の高まる現象が見られた。これは、ブロック接合面において碎石によるかみ合い抵抗が発揮されること、碎石はブロックとは一緒に運動せずに振動に対する一種の減衰材の役割をすること、等によるものと考えられる。

同図(c)の全体的転倒は、支持底面にストッパーを設け、かつ両側面開口部にコンクリートをはめ込んだ試験体に見られた。その際、中空部に碎石を投入することによる耐震性への影響は小さく、同図(b)で述べたような傾向は観察されなかった。これは、両側のコンクリートによる擁壁全体の質量増加が非常に大きく、碎石の減衰材的な効果が打ち消されたためと考えられる。擁壁全体の質量が低減されることおよび振動性状に大きな差異の見られなかったことから、中空部への高炉スラグ碎石の使用には問題が無いものと考えられる。以下では、ストッパーを設け、背面木板に発砲スチロールを貼付した試験体の実験結果について述べる。

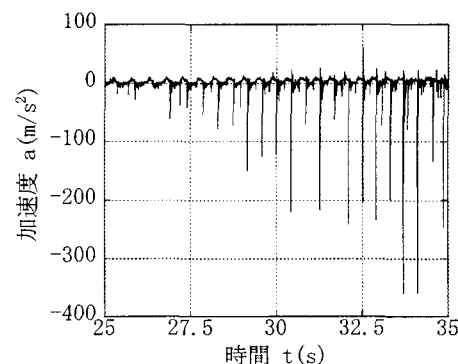
4. 加速度波形 図-3(a)にブロックを空積みした試験体、図-3

(b)に中空部に碎石を投入した試験体における、下から5段目のブロックの加速度波形の一部を示す。両図において局所的かつ規則的な大きな加速度が生じているのは、擁壁が背面に衝突することによるものである。その値は、 400m/s^2 と非常に大きく、この衝撃力を設計において考慮することの必要性がみてとれる。なお、図-2(b)で述べたように、中空部に碎石を投入した方が同じ振動周波数において擁壁に生じる加速度は小さい。

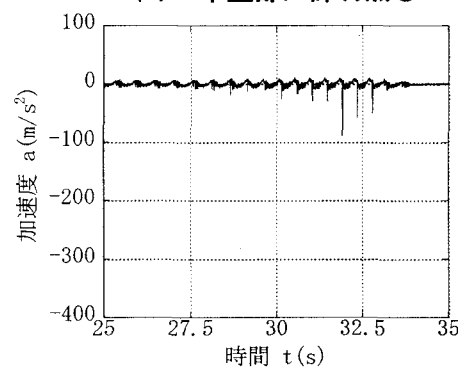
5. 曲げ歪 図-4に、中空部に碎石を投入し、両側面開口部にコンクリートをはめ込んだ試験体について、はめ込みコンクリートの3段目と4段目のブロックの接合面位置に貼付した歪ゲージの読みを示す。はめ込みコンクリートには曲げが作用し、前側に圧縮歪、後側（背面側）に引張歪が生じている。特に後側の歪は引張限界歪を超えており、実際の実験でもひび割れの観察された試験体があった。この点についても、今後設計上の取り扱いについてさらに検討すべきである。なお、最大歪は、一番にこの3段目と4段目間における接合面位置、次に4段目と5段目の接合面位置が大きく、図-2(b)の破壊形式と対応するものであった。

6. まとめ 大型ブロック積み擁壁の模型を用いた振動試験を実施し、地震時において擁壁には背面への衝突に伴う大きな衝撃力と曲げ引張歪の生ずる可能性のあること、資源の有効利用の観点から中込め材としてコンクリートに代えて高炉スラグ碎石を使用することは耐震上大きな問題とはならないことを明らかにした。

謝辞 本研究は、(社)四国建設弘済会技術開発支援制度の助成を受けて実施したものである。ここに、関係各位に謝意を表します。



(a) 中空部に碎石無し



(b) 中空部に碎石有り
図-3 加速度波形の一例

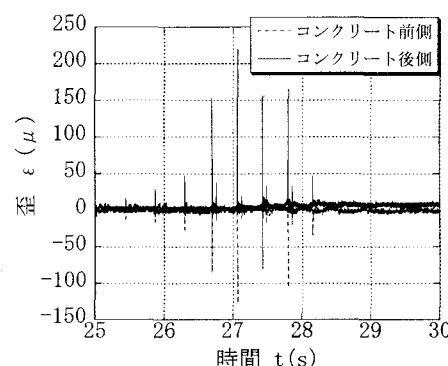


図-4 コンクリート歪波形の一例