

V-5 衝撃力を受けるコンクリートブロックの実験

日本興業(株)	正会員	○渡邊 功
高松工業高等専門学校	正会員	長友 克寛
日本興業(株)	正会員	松山 哲也
日本興業(株)		上木 隆志

1. 研究目的 擁壁等のコンクリートブロックに落石、自動車等が衝突した場合におけるブロックの動的挙動については、例えば、どのような機構で衝突エネルギーを吸収するのか、どのように破壊するのか等、不明な点が多い。本研究は、このようなブロックにどのようなエネルギー吸収機構を設け、どのような破壊をさせればよいなどの基礎データを得るために実施したものである。具体的には、ブロック積み擁壁を想定した縮小モデルとして、H型鋼を埋め込んだコンクリートブロック供試体を作製し、それに重錘を衝突させる実験を行い、その動的挙動について観察した。

2. 実験概要

2. 1 試験体

図-1に供試体の形状・寸法を示す。供試体は縦30cm、横40cm、高さ20cmのブロックを横に3つ並べたものであり、中央のブロックの中心にはH型鋼(100-50-8-6mm、断面係数 $=37500\text{mm}^3$)を埋め込んだ。3つのブロックの境界には、連結用のD-10鉄筋をそれぞれ2本ずつ配置し、碎石(供試体A)またはコンクリート(供試体B)を充てんした。今回は供試体Bについての結果を報告する。なお、以下では重錘の衝突する側を正面(前方)、その反対側を背面(後方)と呼ぶことにする。

2. 2 载荷・測定方法

クレーンとリフトを用いてワイヤーロープに吊り下げた重錘(質量50kg)を所定の落下高さHまで引き上げ、引き上げ用ロープを切断し円運動させることによって、重錘をH型鋼に落下衝突させた。落下高さHは0.2mから1.0mまで0.2m刻みで大きくし、それぞれのHから同じ供試体に重錘を衝突させた。計測項目は、H型鋼と、H型鋼背面および側面コンクリート、ブロック背面、連結鉄筋に生ずるひずみと、そのときの衝突におけるブロックの滑動及び回転変位である。

3. 実験結果およびその考察

図-2にひび割れの進展状況を示す。まず、 $H=0.2\text{m}$ 時の衝撃により同図の①に示すような、H型鋼前方の根元からブロックの中仕切りにかけてのひび割れが入った。次に、 $H=0.4\text{m}$ から $H=0.8\text{m}$ 時の衝撃により、①に加え徐々に②に示すブロックの中仕切りに沿うひび割れが進行した。そして、 $H=1.0\text{m}$ の衝撃によりH型鋼から後方からブロック背面側に貫通するひび割れ③が入り破壊に至った。このことから、ひび割れ防止用にH型鋼周囲には補強筋を配置することが推奨される。また、中空部の形状についても、長方形ではなく円形に近い形状が好ましい。なお、ブロック連結鉄筋には、引張および曲げ応力度の両方が作用していたが、その応力はそれ程大きいものではないことが分かった。

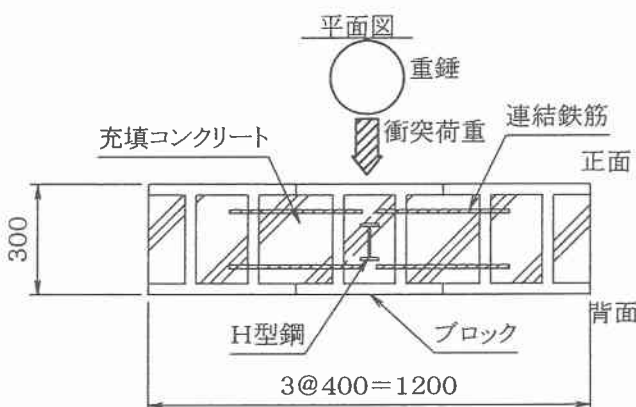


図-1 試験体Bの形状・寸法(単位:mm)

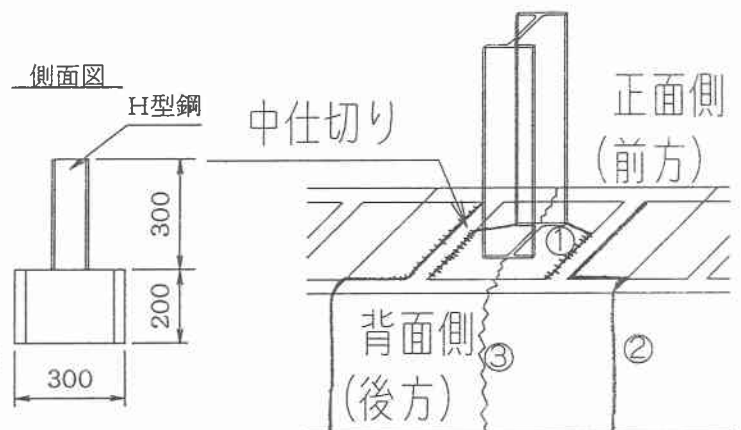


図-2 ひび割れの進展状況

図-3に $H=0.4\text{m}$ の場合を例にとり、H型鋼背面位置でのコンクリート圧縮歪み ε_c' —時刻 t 関係を示す。H型鋼には約0.03秒間に衝撃力が作用していることが分かる。

図-4にH型鋼背面位置コンクリート圧縮歪み ε_c' —落下高さ H 関係を示す。 ε_c' は、 $H=0.2\text{m}\sim 0.6\text{m}$ 間では H に比例して減少している。これは、衝突時のエネルギーがコンクリートのひび割れや、ブロック全体の滑動および回転運動に消費されたためである。 $H=1.0\text{m}$ になると逆に増加しているが、これは、上記の機構だけでは衝突時のエネルギーが吸収しきれなかったためと考えられる。実際、図-2に示したように、 $H=1.0\text{m}$ においてブロックは破壊に至った。

図-5に落下高さ H の増加に伴うブロックの滑動変位量分布の推移を示す。同図より、 $H=0.4\text{m}$ までは重錘に押されて、後方に滑動しているが、 $H=0.6\text{m}\sim 1.0\text{m}$ の時には、衝撃によって擁壁が大きく回転し、元に戻る際の反動で前方に大きく移動している。

図-6に重錘の衝突前・後における速度と落下高さ H との関係を示す。ここに、速度は、まずH型鋼に貼付した歪みゲージより衝突時の作用力を計算し、それを時間軸に沿って積分することで力積 Fdt を求め、最後に運動量保存則が近似的に成立するものとして計算した。同図より、 $H=0.2\text{m}$ では負値となり跳ね返ること、 $H=0.4\text{m}$ 以上ではそのまま後方へと運動を続けるが、 H の増加に伴って衝突後の速度低下は次第に小さくなること、等が分かる。このことは、落下高さ H が大きくなるにつれてブロック部も大きく回転運動していることを意味しており、目視による観察結果と一致している。

4. まとめ 本研究では、重錘衝突時のコンクリートブロックの挙動を定量的に明らかにするとともに、ブロック製作上の留意点について指摘した。

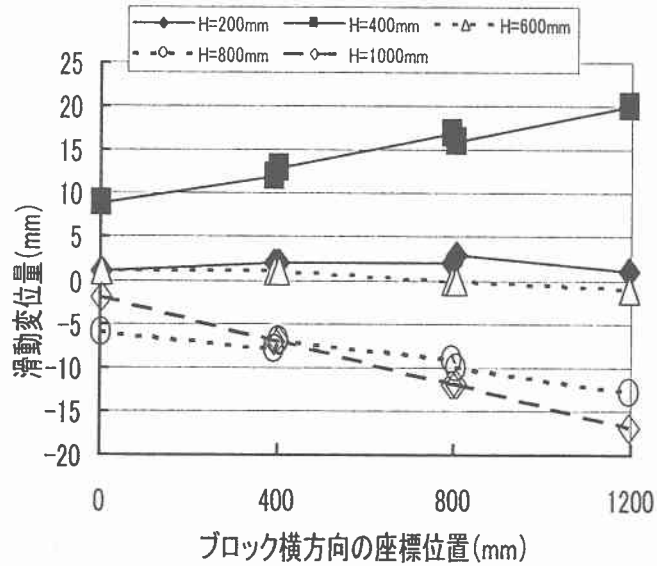


図-5 ブロックの滑動変位量分布の推移

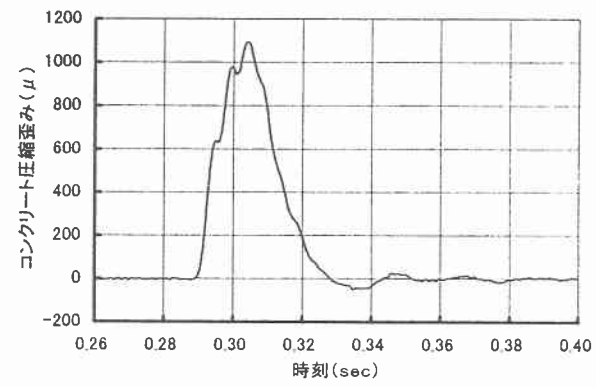


図-3 コンクリート圧縮歪み—時間関係 (H型鋼背面位置、 $H=0.4\text{m}$ の場合)

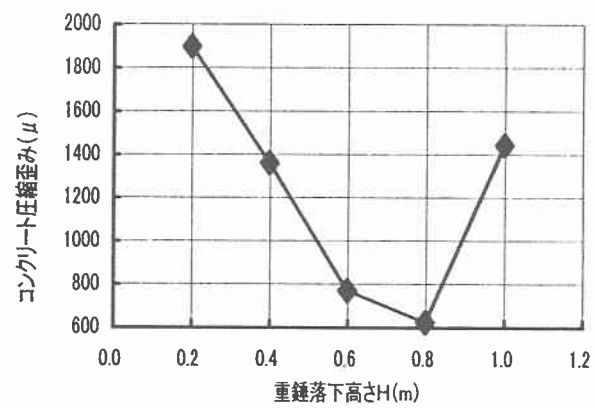


図-4 コンクリート圧縮歪み—落下高さ関係 (H型鋼背面位置)

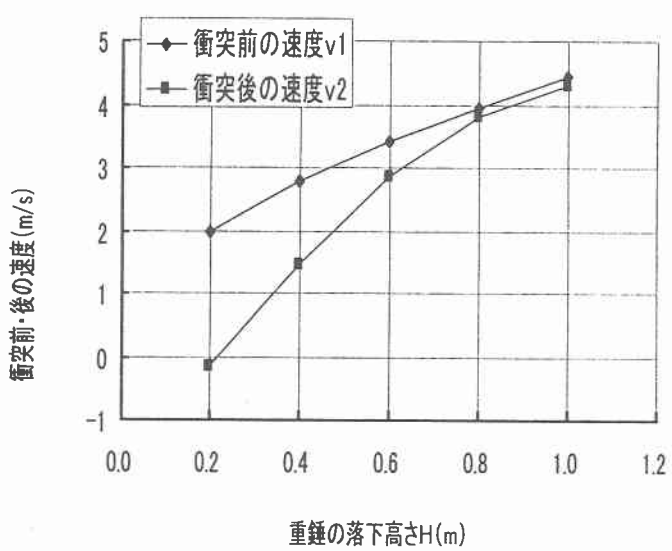


図-6 重錘の衝突前・後の速度と落下高さ関係