

背面に砂層が存在する二辺支持鉄筋コンクリート版の繰返し衝撃実験

前田建設工業株式会社 正会員 ○松林 卓
 独立行政法人港湾空港技術研究所 正会員 岩波 光保
 独立行政法人港湾空港技術研究所 正会員 川端 雄一郎

1. 目的

著者らは、消波ブロックが繰返し衝突する防波堤ケーソンの側壁を対象に、二辺支持された鉄筋コンクリート版（以下、RC 版と呼ぶ）の繰返し衝撃実験を行ってきた¹⁾。防波堤ケーソンの側壁の背面には中詰材として砂等が投入されるのが一般的であり、これが側壁の衝撃挙動に影響を及ぼすと考えられるが、鉄筋コンクリート版の背面に砂が存在した場合の衝撃挙動について検討を行った例は少ない。そこで、背面に砂層が存在する二辺支持 RC 版の繰返し衝撃実験を行い、その衝撃挙動を把握した。

2. 実験概要

実験は、同じ形状および寸法の RC 版 2 体について、砂層の有無をパラメータとした繰返し衝撃実験を行った。検討ケースを表 1 に、試験体形状および寸法を図 1 に示す。また、コンクリートおよび鉄筋の物性値を表 2 に示す。実験には写真 1 に示す重錘落下式衝撃载荷試験装置を用いた。本装置は、2 辺支持された版試験体中央部に重錘を所定の高さから自由落下させ、衝撃力を与えるものである。支点部には試験体の跳ね上がりや脱落を防止するための治具を設けており、载荷点には重錘反力応答のばらつきを抑えるためにゴムシート（硬度 65 度、厚さ 10mm）を敷いている。As 試験体の下側には、珪砂 4 号を投入した大型土嚢を図 2 のように設置した。計測は、重錘反力、支点反力、試験体中央における残留変位について行った。反力の計測はひずみゲージ式ロードセルを用い、A 試験体の残留変位については非接触型レーザー式変位計を用いて試験体下面で計測した。As 試験体の残留変位は、試験体下面に変位計が設置できないため、図 2 のように試験体上面の所定の高さに設置した水系から試験体上面までの高さを鋼尺により計測した。载荷は、同一衝突速度による繰返し载荷とした。

表 1 検討ケース

試験体名	砂層の有無	重錘質量 (kg)	衝突速度 (m/s)
A	無し	400	3
As	有り		

図 1 は、試験体の形状および寸法を示す。試験体は、幅 1650mm、高さ 1375mm の矩形板である。鉄筋は、縦筋 D10、横筋 D6 を採用し、縦筋間隔 150mm、横筋間隔 125mm とする。試験体 A は、上面に 6mm 厚の定着鋼板を敷く。試験体 As は、下面に大型土嚢を設置する。試験体は、両端に 150mm の余裕を設け、中央部に 2000mm の有効長とする。単位:mm

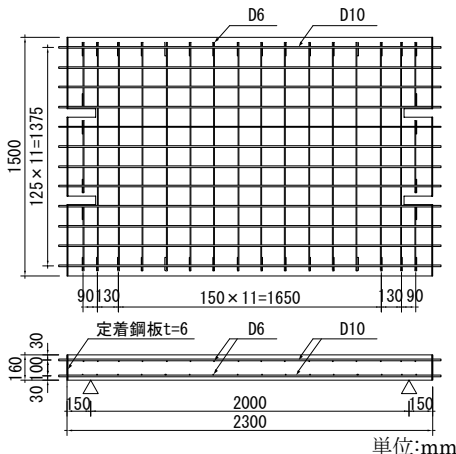


図 1 試験体形状および寸法

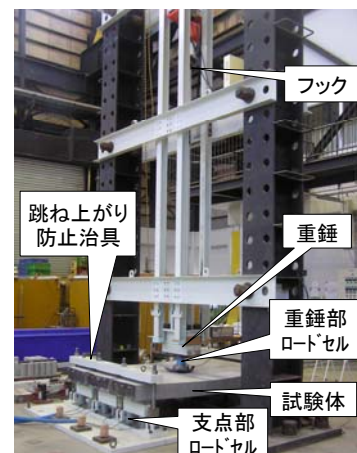


写真 1 試験装置

表 2 材料物性値

試験体名	コンクリート		鉄筋	
	圧縮強度 (N/mm ²)	ヤング係数 (kN/mm ²)	呼び名	降伏点 (N/mm ²)
A	44.3	30.4	D6	365
			D10	384
As	44.6	29.0	D6	348
			D10	393

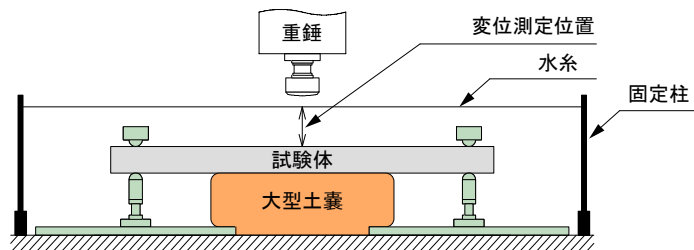


図 2 砂層の設置および変位の計測方法

キーワード 港湾構造物、中詰材、消波ブロック、繰返し衝撃荷重、重錘落下実験、RC 版

連絡先 〒102-8151 東京都千代田区富士見 2-10-26 前田建設工業（株）技術研究所 TEL 03-5276-9415

3. 実験結果

A 試験体は、衝突回数 35 回目において、衝突部の損傷が顕著になるとともに押抜きせん断破壊面の形成が明確であったため、実験を終了した。一方、As 試験体は同じ 35 回目において、衝突部の陥没は生じ始めていたものの、A 試験体に比べて載荷点の損傷は顕著でなかった。これは、繰返し衝撃荷重を受けた RC 版が変形する過程において砂層が反力を分担して RC 版の変形が抑制され、押抜きせん断破壊面の形成が抑制されたことが原因の一つと考えられる。写真 2 に、A 試験体および As 試験体それぞれの衝突回数 35 回目における試験体上面の破壊状況を示す。なお、As 試験体は、その後も繰返し載荷を継続し、53 回目には衝突点の損傷が著しくなったため実験を終了した。A 試験体および As 試験体それぞれについて、実験終了後における試験体下面の破壊状況を写真 3 に示す。いずれの試験体も最終的な破壊モードは押抜きせん断破壊であり、破壊モードに砂層の有無による明確な相違は認められなかった。

図 3 に、A 試験体および As 試験体における、載荷点の残留変位、最大重錘反力および最大支点反力と衝突回数の関係を示す。なお、載荷点の残留変位は、測定した面に違いはあるが、その差は無視している。残留変位は、同一衝突回数において、As 試験体の方が A 試験体よりも明らかに小さい結果となった。これは、先に述べたとおり、中詰砂の存在によって RC 版の変形が抑制されたためである。最大重錘反力については、繰返し衝突による重錘反力の低下が緩やかであった。これは、繰返し衝撃荷重による衝突点の損傷が砂層の存在によって小さくなり、RC 版の剛性低下が抑えられたことが原因の 1 つと考えられる。最大支点反力は、衝突回数 7 回目までは砂層がない場合の方が大きくなる傾向が見られたが、その後は両試験体の値に明確な相違は見られなかった。

4. まとめ

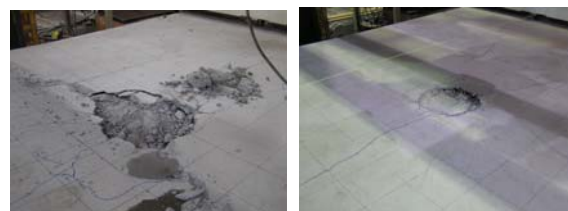
版の背面に砂層が存在する二辺支持 RC 版の繰返し衝撃挙動の把握を目的として、重錘落下による繰返し衝撃実験を行った。以下に得られた知見を示す。

- 1) RC 版背面に砂層が存在することにより、繰返し衝撃荷重に対して RC 版の残留変位が抑制されるとともに、押抜きせん断破壊に至るまでの衝突回数が増加した。
- 2) RC 版の最終的な破壊モードは、砂層の有無によらず、押抜きせん断破壊であった。

なお、本研究では、砂の種類や砂の締固め程度などはパラメータとしておらず、これらが繰返し衝撃荷重を受ける RC 版の挙動に与える影響については、今後の課題である。

参考文献

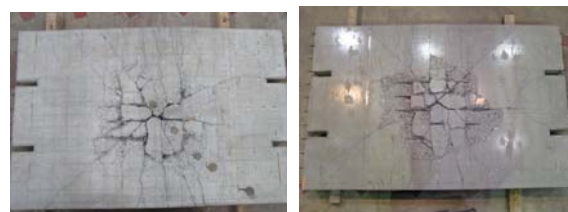
- 1) 岩波光保, 松林卓, 横田弘, 小野寺美昭: 繰返し衝撃荷重を受ける二辺支持鉄筋コンクリート版の破壊挙動, コンクリート工学年次論文集, Vol131, No. 2, pp. 799-804, 2009



A 試験体

As 試験体

写真 2 試験体上面の破壊状況 (35 回目)



A 試験体

As 試験体

写真 3 試験体下面の最終破壊状況

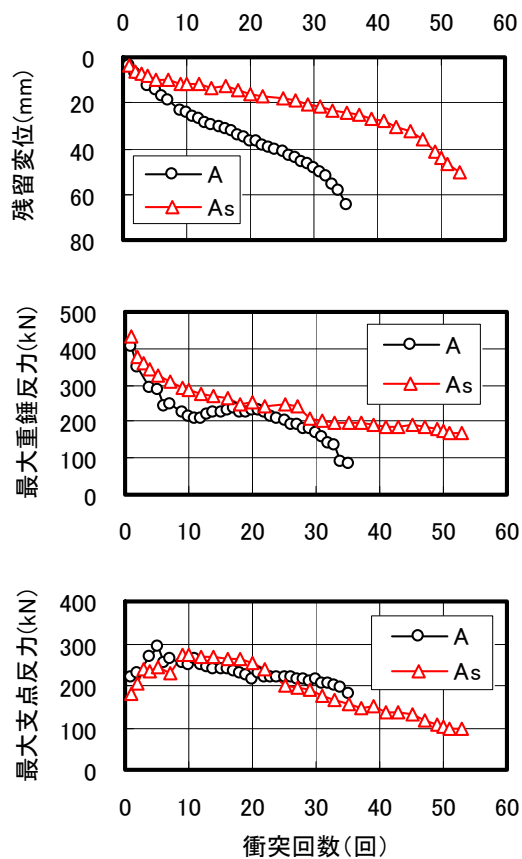


図 3 残留変位, 最大重錘反力および
最大支点反力と衝突回数の関係