

中詰材の固化によるケーソン側壁の耐衝撃性向上に関する実験的検討

港湾空港技術研究所 正会員 ○黒木 賢一, 田中 豊, 川端 雄一郎, 加藤 絵万

1. はじめに

消波ブロック被覆堤では、不安定な状態にある消波ブロックが波の作用によって動揺し、ケーソン側壁に衝突を繰り返すことで側壁に穴あき損傷が発生する事例が報告されている¹⁾。穴あき損傷が発生した場合、ケーソン内部の中詰材が外部へ流出してケーソンの自重が低下し、ひいてはケーソンの安定性に影響を及ぼすため、側壁の耐衝撃性の確保は重要である。

既設ケーソン側壁の穴あき損傷を予防保全的に対策する工法として、ケーソンの中詰材をコンクリート等の改良材に置き換える、または高圧噴射攪拌工法や薬液注入工法等によって中詰材を原位置で固化改良することで、側壁の耐力を見かけ上補強する方法が適用された事例がある²⁾。既往の研究³⁾では、繰返し衝撃载荷試験によって中詰固化の有無が側壁の耐衝撃性に及ぼす影響について検討されているものの、現時点で中詰固化による側壁の補強効果の評価法やその設計手法の構築には至っていない。本研究では、中詰固化工法による側壁の補強設計手法の構築に向けて、固化による中詰材の改良厚さや強度がケーソン側壁の耐衝撃性に及ぼす影響を繰返し衝撃载荷試験により確認した。

2. 試験概要

2.1 試験体及び検討ケース

図-1 に試験体概要図、表-1 に検討ケースを示す。試験体は、ケーソンの1函室を模擬した1/5スケールの箱型RC試験体(1,200×1,040×1,200 mm)の内部に砂もしくは改良体、またはその両方を充填したものである。ここで改良体とは、実施工における中詰材のコンクリート等への置き換え、または化学的固化等により改良した固化体を指しており、本研究では、化学的固化等による改良体をモルタル、置き換えによる改良体をコンクリートによって模擬した。改良体の厚さは载荷面裏側から200 mm, 400 mm, 800 mm とし、改良体の目標強度を3.0 N/mm² または18.0 N/mm² とした。なお、表中のケース名は、“動的载荷試験 (Dynamic) -改良体の目標強度-改良体厚さ”を表している。

2.2 試験方法

载荷は、写真-1 に示すように直径500 mm、質量514 kg

の重錘を振り子運動により試験体载荷面中央に繰返し衝突させることで実施した。既報³⁾を参考に、力学的エネルギー保存の法則によって衝突速度が2.0 m/s となる高さまで重錘を引き上げた。試験体下部には、高さ調整のために高さ400 mm のコンクリート製台座を設置した。試験体と台座の間はビニールシートを敷設して縁切りし、試験体と反力壁をPC 鋼棒により強固に固定した。試験中は、重錘加速度、鉄筋ひずみを計測し、試験体表面及び改良体上面のひび割れ発生状況を载荷1 回毎に観察した。

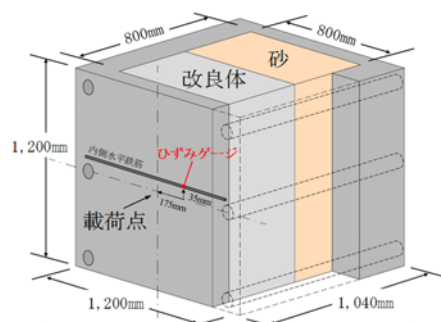


図-1 試験体概要図

表-1 検討ケース

ケース名	圧縮強度 (N/mm ²)		改良体厚さ (mm)	改良体種類
	試験体	改良体		
D-0-0	40.6	--	--	--
D-3-200	40.8	4.5	200	モルタル
D-3-400	39.9	3.0	400	モルタル
D-3-800	35.3	4.9	800	モルタル
D-18-800	34.1	31.9	800	コンクリート



写真-1 载荷試験装置

3. 試験結果

図-2 に重錘衝撃力-時間の関係を示す。ここで重錘衝撃

キーワード 押抜きせん断破壊, 繰返し衝撃载荷試験, ケーソン, 中詰固化

連絡先 〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬3-1-1

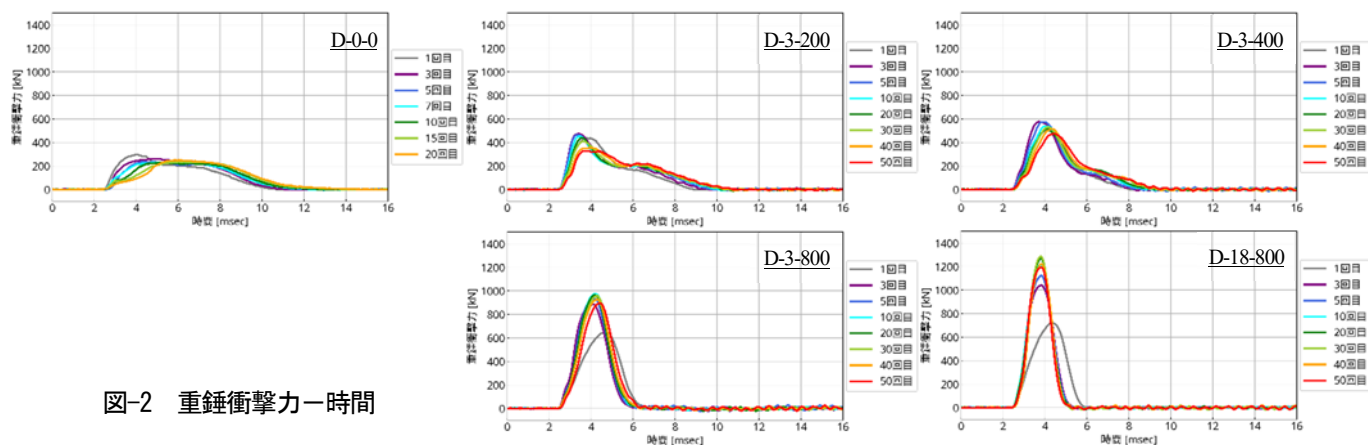


図-2 重錘衝撃力—時間

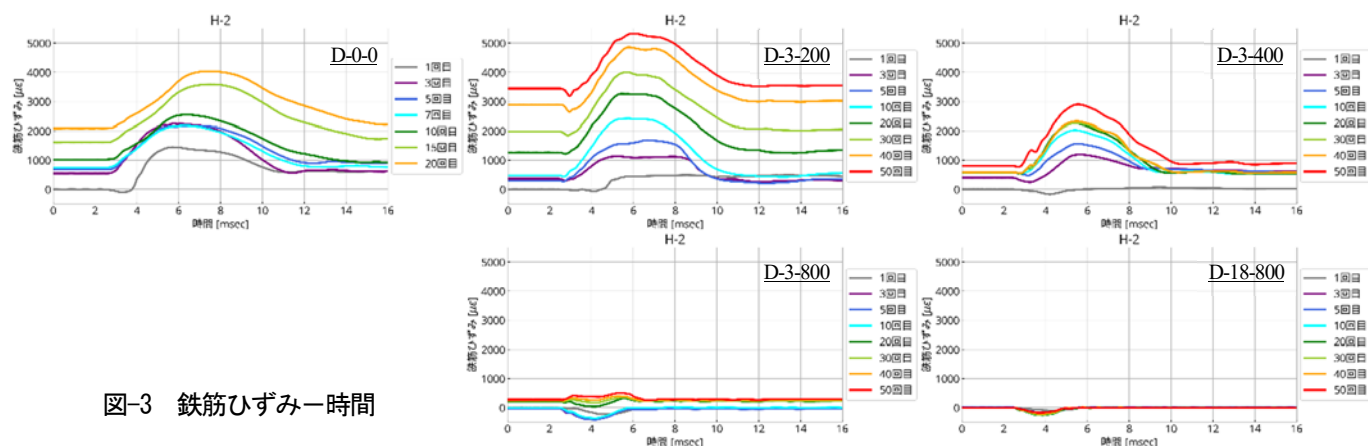


図-3 鉄筋ひずみ—時間

力とは、既報³⁾を参考に重錘に取り付けた加速度計で計測した加速度に重錘質量を乗じて算出した。D-0-0、D-3-200 及び D-3-400 では、載荷回数の増加に伴い、最大重錘衝撃力が低下し、また作用時間が長くなった。D-3-800 及び D-18-800 では、載荷回数 10 回目以降になると重錘衝撃力の波形に大きな違いは見られなかった。5 ケースを比較すると、改良体厚さ及び改良強度が大きくなるに従い最大重錘衝撃力が大きく作用時間が短くなっており、これは側壁の見掛けの剛性が向上したためと判断できる。

図-3 に鉄筋ひずみ—時間の関係を示す。D-0-0 は載荷 3 回目、D-3-200 及び D-3-400 は載荷 10 回目に最大ひずみが 2,000 μ 以上となったものの、D-3-800 は約 500 μ 、D-18-800 は約 250 μ となり、改良体厚さを 800 mm とすることにより最大ひずみが大幅に小さくなった。D-18-800 では、載荷 50 回目でもひずみが小さく、改良強度を高めることによる側壁の耐衝撃性の向上効果を確認することができた。

写真-2 に D-3-400 及び D-3-800 の試験体切断面を示す。

本研究では、側壁のひび割れ性状について、押抜きせん断破壊の観点から比較を行った。D-3-400 は、試験体が押抜きせん断破壊面を形成しているが、改良体に押抜きせん断破壊は見られなかった。両者の破壊形状に違いが見られ、また、試験中には試験体と改良体の剥離や改良体の浮き上がりが確認された。一方、D-3-800 では、試験体に若干ひび割れが

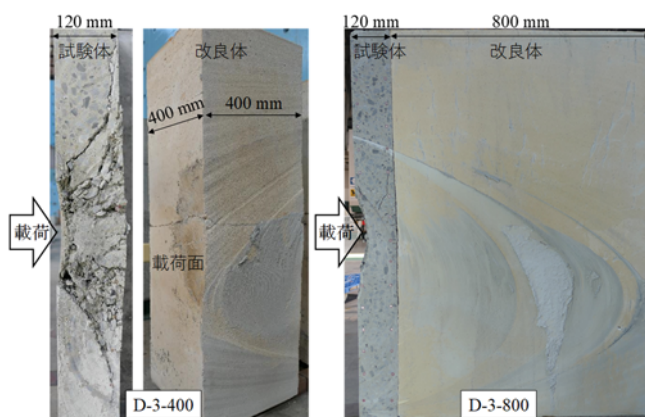


写真-2 試験体切断面

見られたものの、改良体の切断面にひび割れは見られなかった。

4. まとめ

中詰固化による側壁の耐衝撃性向上効果を確認することができ、特に隔室内全てを改良した場合にその効果が大きかった。引き続き、検討及び結果の分析を行う予定である。

参考文献

- 1) 平山克也ほか：2004 年に来襲した台風による波浪災害事例，港湾空港技術研究所資料，No.1101，2005。
- 2) 川端雄一郎ほか：ケーソンの穴あき損傷対策としての中詰改良工法の現地実験，港湾空港技術研究所資料，No.1351，2019。
- 3) 松林卓ほか：既設防波堤ケーソンの耐衝撃補強方法に関する実験的研究，コンクリート工学年次論文集，Vol.34，No.2，2012。