

中詰材の改良厚さが既設防波堤ケーソンの耐衝撃補強効果に及ぼす影響

東洋建設(株)

正会員 ○森田 浩史

正会員 末岡 英二

前田建設工業(株)

正会員 松林 卓

正会員 安井 利彰

(独)港湾空港技術研究所

正会員 岩波 光保

正会員 川端 雄一郎

1. はじめに

防波堤ケーソンでは、荒天時に生じる衝撃砕波力や消波ブロックの衝突の繰り返しによりケーソンの壁が局部破壊する場合がある。しかし、既設ケーソンを合理的に補強する方法は確立されていない。そこで、筆者らは、地盤改良技術の一つである高圧噴射攪拌工法を用い、ケーソン壁背面の中詰材を部分的に固化することにより壁を予防的に補強する方法を考案した¹⁾。

本研究では、防波堤ケーソンを部分的にモデル化した試験体を用いて中詰材の改良厚さをパラメータとした衝撃载荷実験を行い、その補強効果に及ぼす影響を検証した。

2. 実験概要

試験体の形状、寸法および配筋を図1に示す。壁厚および支間長は実構造物の1/5程度とし、鉄筋比が実構造物と同等となるように配筋した。改良体は、圧縮強度が高圧噴射攪拌工法で想定される強度程度に調整したモルタルを壁背面に打設することにより模擬した。改良体の厚さ(以下、改良厚と呼ぶ)は0, 200, 300mm(実構造物で0, 1, 1.5m相当)とした。载荷日におけるコンクリートおよび改良体(モルタル)の物性値を表1に示す。

载荷装置を図2に示す。本装置の原理は、鋼製の重錘(直径500mm, 質量514kg)を所定の高さまで引き上げ、切離し装置を用いて重錘に振り子運動を生じさせるものである。重錘が試験体に衝突するときの速度は、1.5m/secとした。計測は、衝突点の残留変位とした。また、ひび割れのスケッチを適宜行った。

3. 実験結果

(1) 試験体および改良体の破壊状況

実験は、目視による試験体の破壊状況と後述する残留変位の進展状況から、十分に押抜きせん断破壊面が形成されるまで衝突を繰り返した。case1, case2, case3では、それぞれ衝突回数40回, 100回, 100回において実験を終了した。

衝突面の破壊状況は、各試験体ともに繰返し衝突回数が少ない段階において直径50mm程度の円形状のくぼみが発生し、衝突回数の増加とともにその破壊範囲が広がる破壊形態となった。同じ衝突回数における重錘衝突部の試験体の損傷状況を写真1に示す。同じ衝突回数においては、改良厚が増加するにつれて、破壊の範囲が狭くなる傾向が見られた。図3に、各ケースの実験終了後における試験体背面と断面の破壊状況を示す。

キーワード 防波堤ケーソン, 繰返し衝撃载荷, 耐衝撃性, 補強, 中詰材, 改良厚

連絡先 〒300-0424 茨城県稲敷郡美浦村受領 1033-1 東洋建設(株) 美浦研究所 TEL 029-885-7511

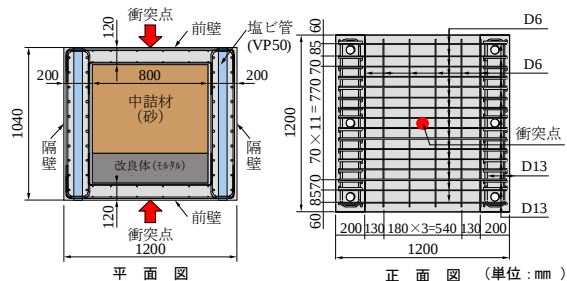


図1 試験体形状および寸法

表1 コンクリートおよび改良体の物性値

実験ケース	種類	圧縮強度 N/mm ²	ヤング係数 kN/mm ²
case1	コンクリート (改良体なし)	35.0	24.9
case2	コンクリート	34.2	25.0
	改良体(200mm)	5.9	9.3
case3	コンクリート	37.7	22.7
	改良体(300mm)	3.1	8.6

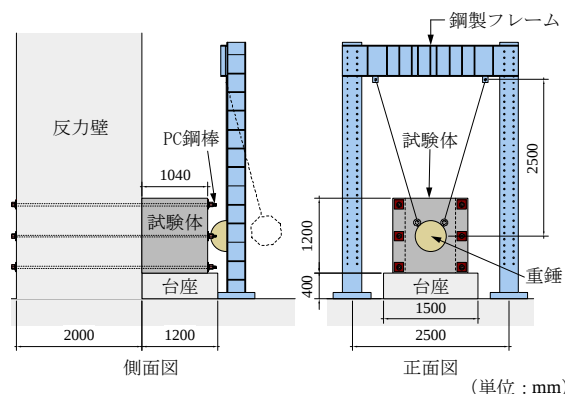


図2 载荷装置

これによれば、改良体の厚さによらず、最終的には壁背面に押抜きせん断破壊と見られる破壊面が発生した。case2 および case3 における改良体の破壊状況を図4に示す。これより、改良体には明確な押抜きせん断破壊面は発生しておらず、コンクリート壁に比べてひび割れ本数も少なかった。これらより、改良体は壁と一体となって破壊はしないが、改良厚の増加とともに壁の押抜きせん断破壊を抑制する効果が高まることがわかる。

(2) 残留変位

衝突点における残留変位と衝突回数との関係を図5に示す。図中に矢印で示すように繰返し衝撃载荷の途中から残留変位の進展が早まる傾向となった。

これは、押抜きせん断破壊面の形成によるものと考えられる²⁾。また、残留変位の進展が早まるまでの衝突回数は改良厚の増加とともに増える傾向が見られた。これは、改良厚を増加させると改良体の剛性が上がるとともに改良体と隔壁の付着面積が増えたため、前壁の押抜きせん断による変形を抑制する効果が向上したものと推測される。以上より、改良厚を増加させることで、壁に押抜きせん断破壊が発生するまでの衝突回数は増加すると考えられる。

(3) 改良厚の影響に関する考察

本実験では、改良厚を増加させると、改良体に生じるひび割れ本数は減少するとともに、壁に押抜きせん断破壊が発生するまでに要する衝突回数が多くなった。改良厚をさらに増大させると、押抜きせん断ひび割れの開口を抑制しても改良体にひび割れは発生しないと推察される。このとき、改良体は終局状態に至らず、押抜きせん断ひび割れの開口を抑制し続けるため、ケーソン壁の破壊形式は押抜きせん断破壊から衝突点表面が削られるような破壊形式に変わるものと推測される。

補強によるケーソン重量の増加や経済性を考慮すると、所要の耐衝撃性が得られる範囲内で改良厚を極力小さくすることが望ましい。

4. まとめ

本研究では、既設ケーソンを予防的に耐衝撃補強することを想定し、中詰材の部分改良を模擬した試験体に対する繰返し衝撃载荷実験を行った。その結果、中詰材の改良厚さを増加させることによって、ケーソン壁が押抜きせん断破壊に至るまでの繰返し衝突回数を増加させる効果が期待できることを確認した。

参考文献

- 1) 松林卓, 森田浩史, 岩波光保: 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, 2012 (掲載決定)
- 2) 松林卓, 岩波光保, 横田弘, 山田岳史, 竹鼻直人: 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性状に関する実験的研究, 土木学会論文集 A1 (構造・地震工学), Vol. 67, No.1, pp.149-164, 2011.3

※衝突回数 40 回目 (試験体には, 100mm ピッチでメッシュを引いている.)

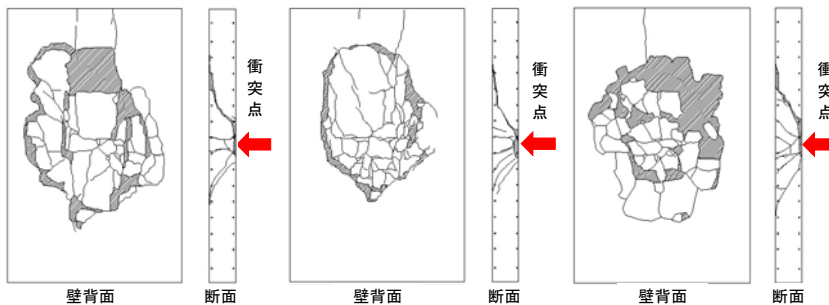


case1

case2

case3

写真1 衝突点のひび割れ発生状況

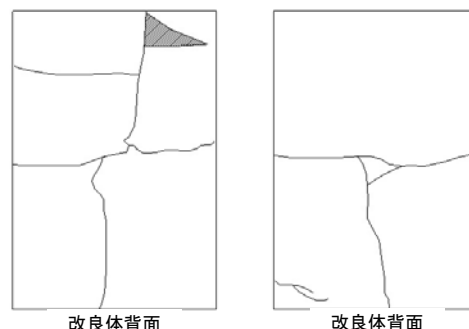


case1

case2

case3

図3 実験終了時における背面および断面のひび割れ発生状況



改良体背面

改良体背面

case2

case3

図4 改良体のひび割れ発生状況

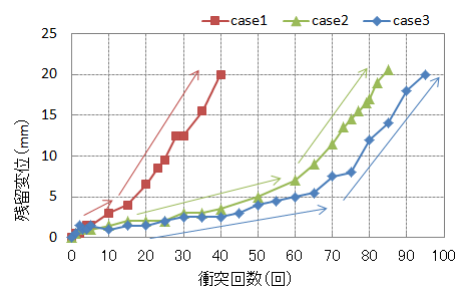


図5 残留変位と衝突回数の関係