

堤体割裂したケーソン式防波堤の被災要因と対策

鳥取市農林水産部林務水産課

中瀬 和広

鳥取市農林水産部林務水産課

長谷川幸彦

鳥取市都市整備部都市建設課

山根 陽一

(株) 荒谷建設コンサルタント 正会員 住広 哲

(株) 荒谷建設コンサルタント 正会員 ○前野 仁

1. はじめに

本件は、日本海側に位置する鳥取県の長和瀬漁港において、冬季風浪の影響により発生したケーソン式防波堤の特異な被災形態の要因解明とその対策工についての報告である。既設防波堤の状況は、ケーソンが底版から割裂しており、沖側へ大きく傾いていた。このような状況に対し、被災調査を行いその要因を想定し、再度災害を防止する対策を講じたものである。

2. 被災調査結果

被災調査は、潜水士による海中部からの「堤体の外観損傷」、「被覆ブロック・根固工の飛散」や海上部からの「目地開口・亀裂」、「ケーソン内の側壁・隔壁亀裂と中詰砂の抜出し」について行った。また、基礎地盤の洗掘が懸念されたためケーソンの前趾付近等で、調査ボーリングを併せて行った。これらの被災調査結果から以下のことが判明した。

- ① 被災の著しい箇所は、堤頭部から2函目のケーソンであり、隔壁・側壁に割裂が生じ、鉄筋がむき出しとなる。
- ② 海中の外観損傷調査では、上記ケーソンのズレ（写真-2参照）以外は目立った損傷は無かった。
- ③ 隔壁、側壁の亀裂は、堤頭部から3～4函目に至っており、中詰砂の流失も著しい。
- ④ 被覆ブロックは、一部、飛散していたが、法面形状は比較的正常である。（但し、全体に沈下傾向）
- ⑤ 調査ボーリングよりマウンド捨石厚は1m程度で、基礎地盤は比較的良質な砂層（N値20～28）である。

以上の結果から、被災した防波堤はケーソン底版の中央付近から割裂し、堤体の半身が沖側へ傾いた状態と推測された。これはケーソン前趾付近の基礎地盤が何らかの原因で消失し防波堤が沈下していることを意味している。

3. 被災要因の想定

対象防波堤のこれまでの経緯を調査すると過去に被災履歴があり、この時は捨石マウンドが法先で洗掘を受けて著しい破壊を起こしていた。この被災履歴と調査ボーリングで確認した基礎地盤（砂層）の下層に分布する、巨礫

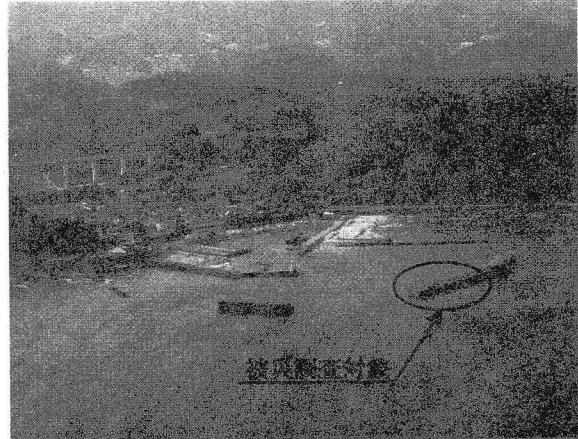


写真-1 被災地周辺（長和瀬漁港）

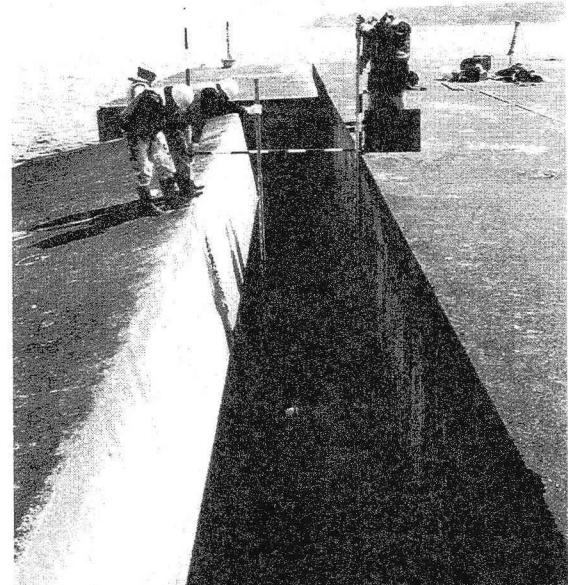


写真-2 堤体割裂し大きく傾く上部工

混じり砂礫層に着目し、被災に至るメカニズムを想定したのが図-1 のフロー図である。右図の被災要因の一つである L-TYPE 洗掘を図-2 に示す。この洗掘は、波の節で生じる洗掘であり、被災時の波長 $L=60m$ では、 $L/4=15m$ がケーソン～被覆ブロック法先付近の距離 16m 程度とほぼ同じことが分かる。被災に至る概略的な過程は、波浪により飛散した被覆ブロックの下位に位置する捨石層を介して、ケーソン前趾の基礎地盤（砂層）が流失し、ケーソンが片持梁状態となり、自重に耐え切れず底版が破壊したと考えられる。また、片持梁状態となった誘因は、ケーソン前趾付近のマウンド以下に分布する基礎地盤（砂層）とケーソン中央～後趾付近の砂層以下に支配的に分布する地盤（巨礫混じり砂礫層）の硬軟の違いが考えられ、L-TYPE 洗掘による前趾付近の基礎地盤（軟質砂分）の流失で、ケーソンの支点（硬軟境界）から堤体割裂したものと推測される。

図-2 L-TYPE 洗掘の原理

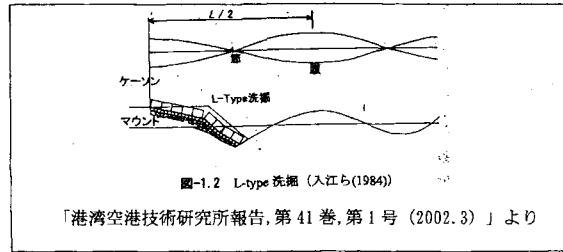
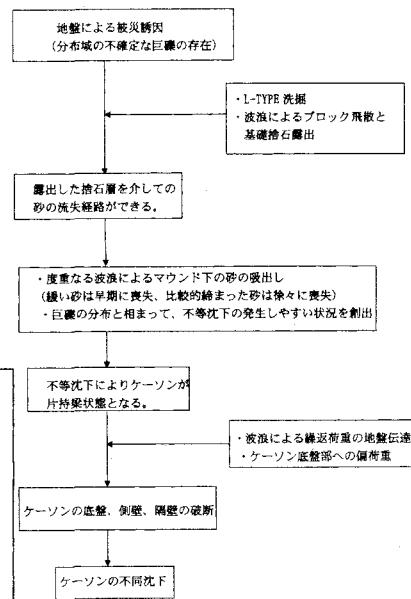


図-1 被災に至るフロー図



4. 対策工（復旧断面）の立案

被災状況および被災要因を踏まえた、対策工（復旧断面）立案の際の留意事項を以下に示す。

- ① 基礎地盤の硬軟差によるケーソン底版部への偏った地盤反力を緩和し、不等沈下に対処する必要がある。
 - ② L-TYPE 洗掘はこれからも、その発生が懸念されるため、何らかの対策を取る必要がある。
 - ③ 万一、ケーソンが片持梁状態となった時も、ケーソンの割裂破壊は回避する必要がある。

上記①～③の留意事項に対応する方法として次に示す対策を施し、復旧断面を立案した。

- ① 基礎捨石マウンド厚を増すことで、ケーソン底面に発生する地盤反力の平滑化を図った。
 - ② 被覆ブロック法先にグラベルマットを敷設し、多少の洗掘を受けても法崩壊が生じない構造とした。
 - ③ 通常はケーソンの $1/3$ 長さが片持梁状態になっても破壊しない配筋設計（ケーソン不等沈下検討）とするが、これを $1/2$ まで高めた。

対策工断面図を図-3に示す。

5. おわりに

本地区のように冬季風浪が毎年襲来する砂地盤上の構造物において L-TYPE 洗掘は、激浪時以外でも起こりうる現象である。今後は、マウンド捨石を介して発生する、基礎地盤の洗掘や吸出しについての調査を行い、そのメカニズムを探ることで、同様な被災に対する知見を積み重ねていくことが課題である。

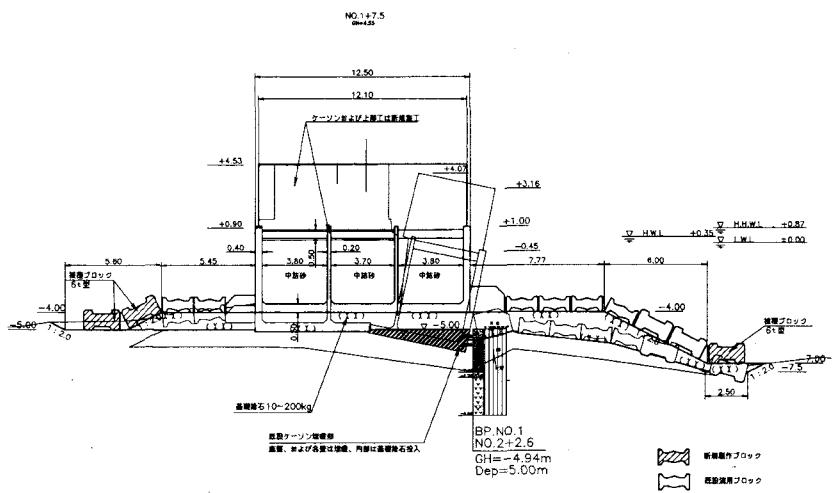


図-3 対策工断面図（復旧断面）

参考文献 1) 港湾技術研究所報告
, 第 41 卷, 第 1 号, 2003