

I - B266

兵庫県南部地震により被災したケーソン式防波堤の実験的研究

五洋建設株式会社 正会員○三藤正明

運輸省港湾技術研究所 正会員 菅野高弘

運輸省港湾技術研究所 正会員 宮田正史

1. 目的

兵庫県南部地震により、神戸港は大半の施設が被災し、重力式構造物であるケーソン式防波堤も被災した。ケーソン式防波堤の被災形態は、ケーソン式岸壁のように背後地盤の影響を受けないことから、防波堤法線の水平移動は比較的小さく、沈下が卓越するものであった。本報告では、ケーソン式防波堤の被災メカニズムを検討するために行った水中型の大型振動台を用いた模型振動実験概要、及び実験結果について説明する。

2. 模型振動実験概要

図-1に実験対象とした神戸港の第七防波堤のケーソン式防波堤の標準断面と被災状況を示す。図から判断されるように、防波堤が基礎砕石にめり込みながら沈下し、最大沈下量は約2.6mである。一方、最大水平変位は0.6m程度であり、変位に関しては沈下の方が支配的であることがわかる。これは、地震時における置換層の支持力の低下に伴ってケーソンが沈下したものと考えられる。水中に建設されるケーソン式防波堤の地震時の挙動をより忠実に再現するため、水深2mの水槽の底面に振動台が設置されている水中型の振動台を用いた。図-2に実験に用いたケーソン式防波堤模型の断面を示す。この模型は神戸港の第七防波堤の長さの縮尺比を1/18としたものである。振動実験模型の置換層はポートアイランドで採取したまき土の30mmフルイ通過分を用い、水中落下法により作製した。

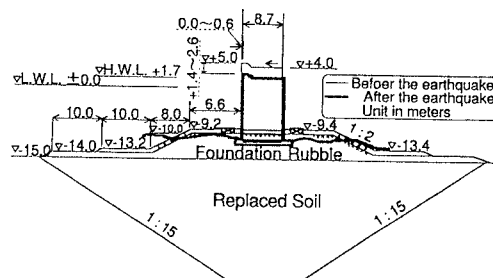


図-1 ケーソン式防波堤の標準断面と被災状況
(第七防波堤)

ケーソン式防波堤の沈下、及び水平変位を計測するためにそれぞれ2個の変位計を配置した。置換層ではケーソン直下とケーソンの前方と後方位置に間隙水圧計と加速度計を配置した。兵庫県南部地震の際にポートアイランド地区（K.P.-2 8m地点）で観測された強震記録を1G場の相似則¹⁾に従い時間軸を縮小した波形を、現地構造物の方向に合わせて水平2方向および上下方向に同時に作用させた。

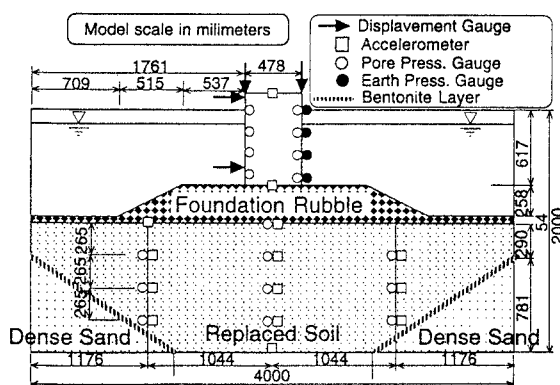


図-2 ケーソン防波堤の模型断面

ケーソン式防波堤、模型振動実験、兵庫県南部地震、液状化

〒329-27 栃木県那須郡西那須野町四区町1534-1 TEL 0287-32-2111 FAX 0287-39-2132

〒239 神奈川県横須賀市長瀬3-1-1

TEL 0468-44-5029 FAX 0468-44-0839

3. 模型振動実験結果の検討

図-3にケーソンと基礎捨石の残留変位に関して実スケールに換算した実験結果を示す。同図より、ケーソンが基礎捨石にめり込みながら2.6m程度沈下した。水平変位は防波堤天端で0.3m程度であり、沈下量の方が大きな変形を示した。ケーソンは水平変位よりも基礎捨石にめり込みながら沈下する方が支配的であり、図-1に示す現地被災状況も沈下が支配的であり、残留変位に関する実験結果と被災状況は良い一致が見られる。

図-4は防波堤の変位と加速度、置換層の加速度、過剰間隙水圧に関する模型振動実験の時刻歴を示す。ケーソンの沈下の時刻歴D3、D4より、概ね10秒頃から沈下が発生し、20秒程度まで徐々に増加している。水平変位に関するD1、D2の時刻歴より、時間の経過とともに徐々に増加する傾向は見られず、最大0.6m程度発生しているが最終的には0.3m程度の残留変形した。ケーソン前方の置換層に配置した過剰間隙水圧の時刻歴をw10、加速度波形をA13にそれぞれ示す。過剰間隙水圧の時刻歴の図中の実線は有効上載圧を示したもののだが、図から判断されるように最大過剰間隙水圧と有効上載圧がほぼ同じであり、液状化現象が発生している。また、加速度は地盤の軟化の影響により地表面に近づくほど最大加速度が小さくなっている。

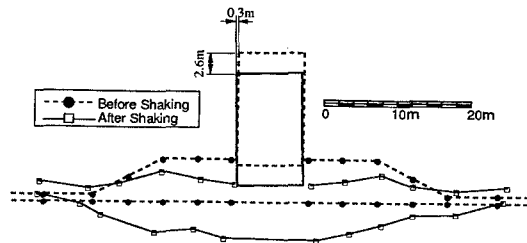


図-3 ケーソン式防波堤の模型振動実験結果

ケーソン直下の置換層に配置した過剰間隙水圧の時刻歴をw3、加速度波形をA4にそれぞれ示す。過剰間隙水圧の時刻歴図から判断されるように、ケーソンの重量の影響により最大過剰間隙水圧比は半分以下の値を示しているが、同深度の加速度波形の最大値は入力波に比較して著しく低減しており、置換層の軟化の程度が大きいものと考えられる。ケーソン直下の過剰間隙水圧の時刻歴はケーソンの沈下応答と良い対応が見られることより、置換層の軟化に伴って支持力が低下したことにより、ケーソンが沈下したものと判断される。

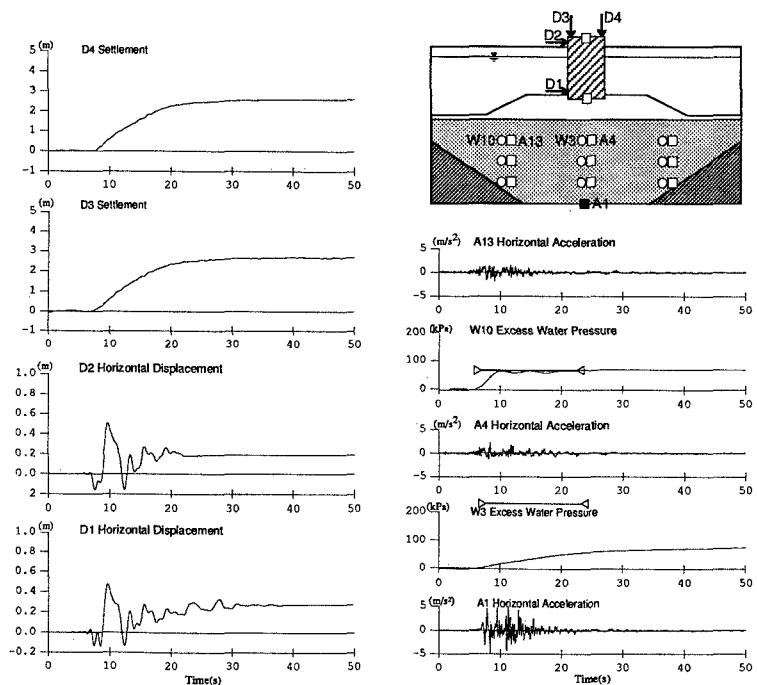


図-4 ケーソン式防波堤模型振動実験の加速度、過剰間隙水圧、変位の時刻歴

参考文献

- 1) S. Iai: Similitude for Shaking Table Tests on Soil-Structure-Fluid Model in 1G Gravitational Field, Report of the Port and Harbour Res. Inst., Vol.27, No.3, pp3-24, 1988