

住友金属工業 正会員 ○飯田 毅  
住友金属工業 正会員 山川純雄

1. まえがき

セル護岸は我国でも多くの実績を有し、過去の地震経験から他形式護岸に比べ耐震性が優れていると一部では評価されている<sup>1)</sup>。しかし、耐震性評価の上で重要な動的性状については、いまだ不明な点が多い。以上の実情から、著者らは鋼板セル護岸の静および動的挙動の基礎的研究を進めているが、ここでは、鋼板セル護岸の振動応答に及ぼす根入れ効果、裏込土の影響などにつき、砂箱を用いた模型の定常加振実験を行なったのでその結果の一部を報告する。

2. 実験概要

模型の種類は表1に示すとおり裏込めのない防波堤タイプと護岸タイプの2種類で、実験状況の一例を図1に示す。実験模型は砂箱( $b=1000 \times h=1000 \times l=2000 \text{ mm}$ )を振動台に載せて固定し砂箱内に乾燥砂を4層に分けて入れ、入力加速度300gal、振動数30Hzで10分間/層の加振を行ない比較的硬な基礎地盤を作製し、その地盤上に3連続壁セル(1函:  $280 \times 0.27 \text{ m}$ 、長さの相似比: 約  $1/70$ )を設置して、セル内に乾燥砂を中詰めしたものである。なお、中詰砂はコンクリート用パイプレタを用いて締固めたが、護岸タイプでの裏込砂はゆる詰めとした。加振前の地盤中詰砂、裏込砂の湿潤密度はそれぞれ1.8, 1.8, 1.6  $\text{g/cm}^3$ である。

加振方法は、入力加速度50, 100, 200, 400galの4段階で各段階毎に正弦波1, 2, …, 50Hzとし各振動数で10波ずつの入力とした。主な測定項目は、①セル、中詰砂、裏込砂の加速度、②加振後のセルの残留変位、裏込砂、地盤の沈下量であり、各測定位置についても図1に示す。

表1 実験の種類

模型の種類	実験No.	根入れ長D / セル高さH (H=280mm)	備考
防波堤タイプ	1	0	置セル
	2	1/2	根入れセル
護岸タイプ	3	0	置セル
	4	1/2	根入れセル
	5	1	根入れセル

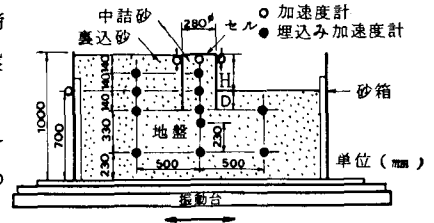


図1 実験状況 (実験No.4)

3. 実験結果

(1) 防波堤タイプの強制加振実験

実験No. 1, 2について入力加速度50galを例として、セル、中詰砂、地盤の共振曲線および共振時の振動モードを図2, 3に示す。他については入力加速度に対するセルの共振振動数とその時の地盤に対する応答倍率を図4, 5に示す。これらより、①根入れセルは置セルより共振振動数が高く、共振時、地盤に対する応答倍率も低い。すなわち、根入れ部に対する地盤の拘束効果が現われており、根入れセルの動特性は地盤の影響を強くうける傾向にある。

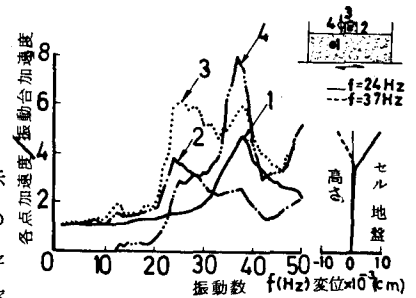


図2 共振曲線と振動モード (実験No.1)

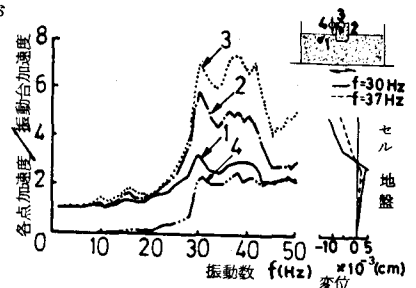


図3 共振曲線と振動モード (実験No.2)

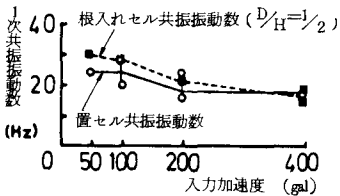


図4 入力加速度に対する1次共振振動数

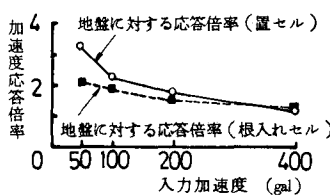


図5 入力加速度に対するセルの応答倍率

②入力加速度が増加すると各測定点での共振振動数，応答倍率は著しく低下し，今回の実験条件では400galで根入れ効果が消滅している。これは入力加速度が大きくなるとともに地盤の剛性が低下したことによると考えられる。③置セル，根入れセルとも共振振動数でセル天端の前，後壁側の上下動が卓越し，また両者で位相の逆転がみられる。これより，セルはロッキング動が卓越することがわかる。<sup>2)</sup>

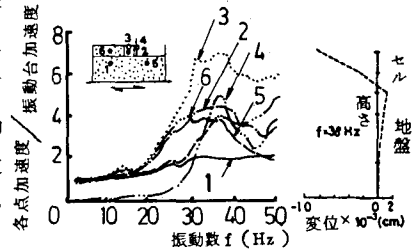
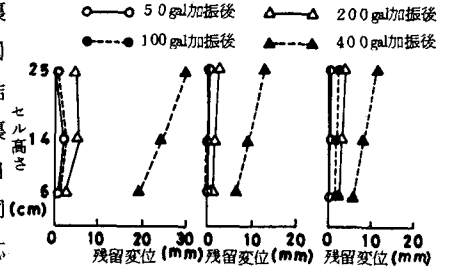


図6 共振曲線と振動モード(実験No.3)

(2) 護岸タイプの強制加振実験

実験No. 3の入力加速度50galを例として，セル，中詰砂，裏込砂，地盤の共振曲線および共振時の振動モードを図6に示す。図6および各入力加速度に対する護岸タイプ3種の実験で共通した結果を記すと次のようになる。①セルは根入れの有無にかかわらず裏込砂，地盤の動特性の影響を強くうけ，裏込砂の存在によりセル自体の挙動が拘束される傾向にある。②セル中詰砂と裏込砂はほぼ同じ振動特性を示すが，地盤については海側の地盤が他より加速度応答倍率が大きく，セル直下地盤および裏込砂直下地盤はほぼ同程度である。これは更に検討の余地はあるがサーチャージの効果が現われていると考えられる。③防波堤タイプ同様，入力加速度が大きくなると各部の共振振動数，応答倍率は著しく低下する。

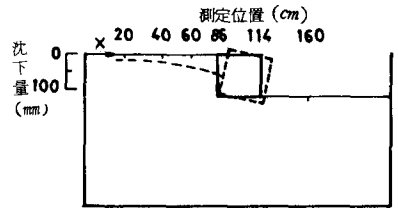


(a) 実験No.3 (b) 実験No.4 (c) 実験No.5

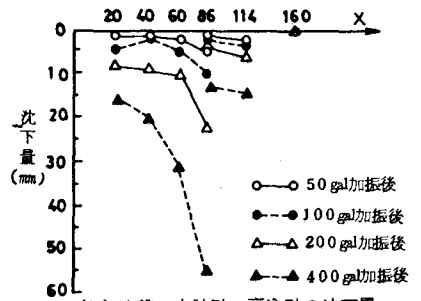
図7 セルの残留変位

(3) 護岸タイプの動的破壊性状

実験No. 3～5のセル残留変位を図7に，また，400gal加振後の裏込砂およびセルの変形状態の代表例として実験No. 3の結果を図8(a),(b)に示す。これらより，①置セル，根入れセルの残留変位は200gal加振まで小さいが，400gal加振で傾斜，すべり出しが激しくなり，裏込砂の沈下も大きい。②400gal加振後の根入れセル頭部残留変位量は，根入れ比 $D/H = 1/2$ の場合置セルのその $1/2 \sim 3$ ， $D/H = 1$ の場合， $1/2 \sim 9$ となっている。これより，根入れセルは耐震性に優れた構造といえる。



(a) 400gal加振後の裏込砂，セルの変形状態



(b) 地盤，中詰砂，裏込砂の沈下量

図8 セルの破壊状況

(4) 模型護岸の安定性

現行設計法の地盤の内部摩擦角に $\tan^{-1}K$  ( $K$ :合震度)を考慮して実験No. 3置セルの入力加速度に対する滑動，転倒の安全率を求めると，図9のようになる。これより，滑動，転倒に対する安全率は400galの場合，1以下となり図7の残留変位とよく対応している。ただし，今回の実験では正弦波加振でかつ，加速度レベル4段階を累積したものであり，実際の地震動より極めて強い振動実験となっている。

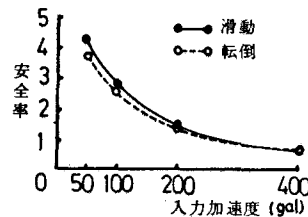


図9 入力加速度に対する滑動，転倒の安全率

最後に，本実験に際しては，運輸省港湾技術研究所 北島構造部長，野田室長から多大の御指導を賜った。これら関係諸氏に謝意を表します。

参考文献

- (1) 北島，上部：矢板岸壁地震時被災の分析，港湾技術研究所報告，第18巻，第1号，1979
- (2) 山川，飯田：中詰砂を有する円筒セルの振動特性，土木学会第33回年次学術講演概要集，第1部