

取放水路に作用する津波の衝撃揚圧力低減方法

大成建設(株)	技術センター	正会員	伊藤	一教
大成建設(株)	技術センター	正会員	○高島	知行
大成建設(株)	技術センター	正会員	小俣	哲平

1. 目的

開水路で流れ、天井構造を有する取放水路に津波が来襲するとき、天井に衝撃的な揚圧力が作用する場合がある¹⁾。維持管理用のハッチ等がその天井部に存在すると、浸水被害を回避するため衝撃揚圧力を考慮したハッチ等の設計や対策が求められる。既往の研究成果¹⁾によれば、天井部に作用する津波波圧は水面が天井に衝突するときに作用する衝撃揚圧力と、後続の水位上昇によって作用する静水圧的な揚圧力に区分される。

両者の大小関係は、津波高や波形に依存し、条件によっては衝撃揚圧力が後続の静水圧的な揚圧力の2倍以上になる場合がある。後続の静水圧的な揚圧力は作用する最大津波高を設定すれば比較的簡潔に外力を設定できるが、衝撃揚圧力は水面衝突時の様相に依存する複雑な現象であるため設定外力の不確実性があり、衝撃揚圧力評価には課題がある。

津波規模や波形に依存することなく衝撃揚圧力を低減でき、仮に静水圧的な揚圧力以下に出来る対策が確立できるならば、外力設定を簡素化することができる。そこで、衝撃揚圧力低減方法について検討した基礎実験について報告する。

2. 津波による衝撃的揚圧力の低減方法

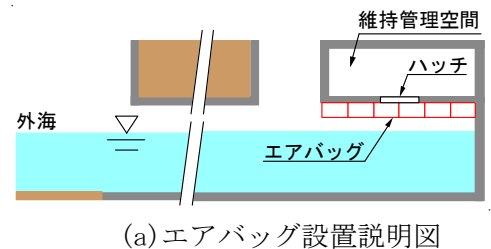
既往研究¹⁾によれば、水面が天井に衝突する際に十分な空気層を介し直接衝突しない場合には、衝撃揚圧力は30%程度まで低減できることが確認されている。本稿で提案する衝撃的揚圧力の低減方法は、図-1のように天井部にエアバッグを設置する方法であり、エアバッグが積極的に空気層を提供するものである。

本稿で検討対象としたエアバッグは、立方体形状で底部には小穴が設けられ、天井から吊下げる方法である。エアバッグ素材は軽量撥水布材を想定しており、底部に小穴を設けることにより、容易に折りたたむことが出来ることから、取付作業を簡易にできる。また、エアバッグは軽量であるため、天井への荷重増加などの負荷は十分小さい利点がある

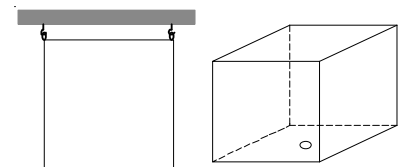
3. エアバッグの衝撃揚圧力低減効果確認実験

3.1 落下実験

エアバッグの衝撃圧低減効果について基礎データを取得する目的で、図-2に示すように、底面に圧力計を取付けた重錘(10 cm×10 cm×1 cm, 300g)を静水面に落下させ、エアバッグ(10 cm×10 cm×10 cm, 帝人フロンティア(株)製 Cool Magic)の有無による衝撃圧の差異を計測した。写真-1に実験状況を示す。落下高 h は、水面から重錘下面までの距離あるいは水面からエアバッグ下面まで



(a) エアバッグ設置説明図



(b) エアバッグの説明図

図-1 衝撃揚圧力の低減方法

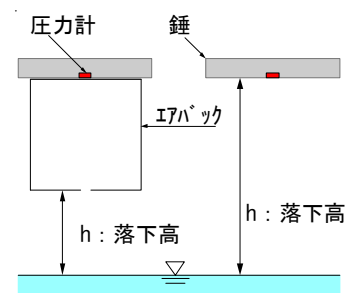


図-2 落下実験の概要

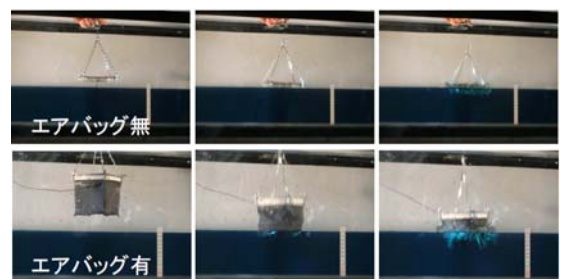


写真-1 落下実験の様子

キーワード 津波, 揚圧力, 水路, 衝撃, エアバッグ

連絡先 〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設株式会社 技術センター TEL 045-814-7234

の距離とし、サンプリング時間は2000Hzとした。図-3は条件によって2～15回実施して得た最大圧力の平均値を比較した図であり、バラツキを示すため最大値と最小値も併記した。図より、エアバッグによる衝撃圧の低減効果が大いことがわかる。特に、エアバッグが無い落下高2cmのケースでは15回の試行で大きなバラツキを示すが、エアバッグが有るケースではバラツキは小さく安定している。

図-4は同一落下高の条件で計測した圧力時系列を示す。圧力作用時間と最大圧力は、エアバッグが無い場合は0.01秒のオーダーで約25kPaに対して、エアバッグが有る場合には0.1秒のオーダーで2.5kPaである。両者の力積は概ね同じオーダーであり、エアバッグによる衝撃力低減効果は、エアバッグによる衝撃力作用時間の延伸に伴う最大圧力の低下として解釈できる。

3.2 水路実験

図-5のように水路内に津波を作用させ、天井部の圧力を計測した。エアバッグは水路幅方向に2列配置し総計4個と6個のケースで実施した。圧力計はエアバッグ中央と2個のエアバッグの境界に配置した。写真-2に実験の様子を示す。水路に侵入した津波は水平方向からエアバッグに作用しその後鉛直上向きに方向を変えることがわかる。本検討ではエアバッグ下端と静水面のクリアランスが小さいため、初期段階における津波の水平力とそれによるエアバッグの変形が顕著になっている。

図-6に示すエアバッグの有無による圧力時系列の比較をみれば、揚圧力の最大値は、エアバッグ有のケースで、ない場合に比べて50～30%まで低減されている。このことから、エアバッグが津波による衝撃揚圧力低減に寄与することが示唆された。

5. まとめ

取放水路の天井部に作用する津波による衝撃揚圧力の低減を目的として、エアバッグの効果について基礎的な検討を実施した。その結果、エアバッグは衝撃揚圧力の低減に寄与することが示された。しかし、エアバッグの寸法、配置、素材、スケール効果など、今後の検討課題がある。

参考文献

- 1) 高畠ら(2015): 津波来襲時に取放水路天端に作用する圧力評価手法の研究, 土木学会論文集 B2(海岸工学), Vol. 71 No. 2 Page. I. 259-I. 264

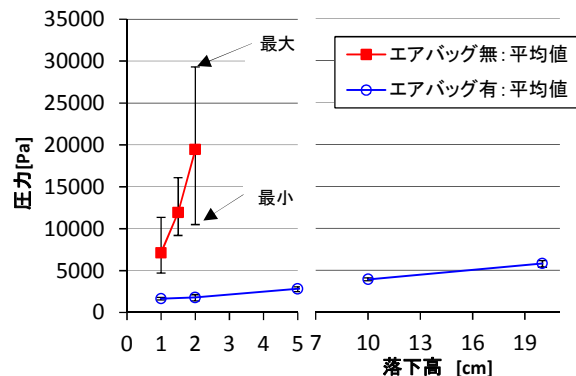


図-3 落下実験の結果

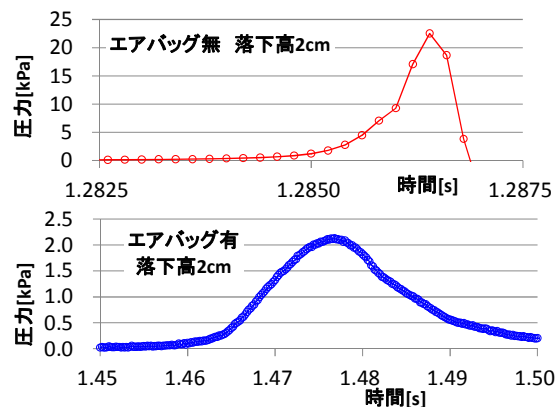


図-4 圧力時系列の例

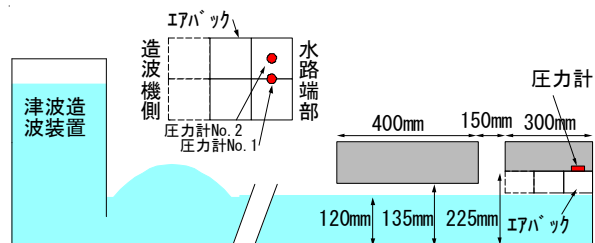


図-5 水路実験の説明図



写真-2 水路実験の様子(エアバッグ4個)

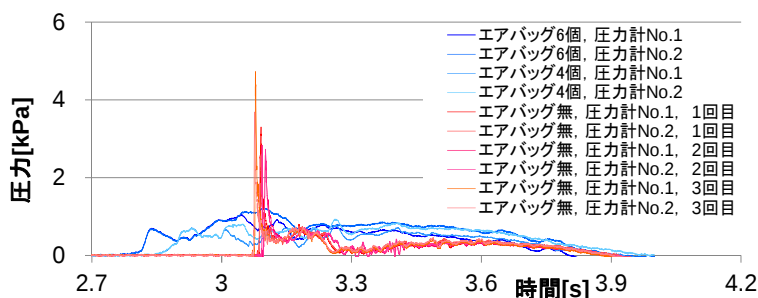


図-6 圧力時系列の比較