エアバッグによる衝撃揚圧力の低減効果に関する研究

大成建設株式会社 正会員 〇小俣 哲平
フェロー会員 伊藤 一教
正会員 橋本 敦史

1. 目的

桟橋など床版を有する臨海構造物には,構造上の高さ制約等 から,津波や波浪による揚圧力を回避できない場合がある.既 往の研究によれば,床版と水面との間に充分な空気層が存在し, 水が直接衝突しない場合は,衝撃揚圧力は低減されることが知 られている.そこで,図1のようなエアバック装置を考案した. すでにその効果は前報¹⁾にて検証済みであるが,エアバックの 設置は,本来衝突しない小さな波でもエアバックを介し構造物 床版に力を作用させる.そこで,十字の切り欠き穴を側面に設 けることにより,高波浪に対してはエアバックとしての緩衝作 用が機能し,長周期波や小さい波には空気が抜けるようにした. この切り欠き穴の数が増加しても,エアバック本来の機能を確 保できるかを確認するため,実物大模型を用いた実験を実施し た.

2. 実験内容

実験模型の概要を図1に示す.エアバックには,調達容易性 の観点から,図2に示した一般的な円筒型土のう袋を加工した ものを使用した.直径は1100mmであり,高さは約1100mmで ある.また,図2に示す縦横100mmの十字の切り欠き穴をエア バック側面に付加し,その数を増やしながら作用力を計測した. 実験は水位上昇による構造物底面への揚圧力の発生を,約80kg の重り(鉄板)付き模型を水面へ落下させることで模擬し,落 下時に生じる作用力を計測した.落下は鉄板上部に取り付けた 電磁石を切り離すことにより行い,落下高さhを175mmから 500mmの間で変化させた.なお,鉄板のみの落下ケースも実施 したが,その場合の落下高さhはアルミ板と水面との距離とし た.実験は同条件で複数回繰り返した.

3. 実験結果

各落下高さの衝撃力最大値を図3に示す.エアバックの効果 により衝撃力はエアバックなしの1割程度に低減されているこ とが分かる.これは昨年度実験¹⁾と同様である.図4にはエア バックの側面に切り欠き穴を設けたケースの衝撃力について時 系列を示した.ここで,切り欠き1つの面積は切り欠きの十字 を対角線とする正方形の面積である.同図より,切り欠き面積

キーワード 揚圧力, エアバック, 模型実験

連絡先 〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設 技術センター 社会基盤技術研究部 TEL045-814-7234





図2 使用したエアバックと切り欠き ⁶⁰ エアバックなし 40



率0%では、値自体は小さいが衝撃的な力が卓越しているのに 対し、切り欠き面積の割合が増加するにつれ、2回目以降の作 用力も含め波形がなだらかになり、作用圧力のピーク値が小さ くなっていることが分かる.これは切り欠き面積の増加により 衝撃時の排気量が増加することで,エアバックのクッション効 果の作用時間(収縮時間)が増加したためと考えられる.また, さらに切り欠き面積率を高くした 5.3%のケースでは、衝突後 にエアバックがほぼ収縮しきってしまうため,他のケースで見 られた後続する作用力も生じなくなっている.図5は、生じた 衝撃力の最初の最大値を,切り欠き面積率と比較した結果であ る. 同図より、切り欠き面積の割合が大きくなるに伴い、発生 する衝撃力の最大値が低減していくが,その低減率は小さくな っていくのが分かる.ただし、この結果では、切り欠き穴は開 けるほど良くなる印象であるが、本実験では重りが水面まで落 下させておらず、衝突時に生じるはずの衝撃力まで計測できて いない. 切り欠き面積率が高く, 排気量が過多となる場合は, エアバックは完全に収縮し,エアバックがない状態と同じにな るため、図5のグラフは、最小値が存在し、切り欠き面積率に 伴い上昇していくと考えられる.一方,切り欠き面積率の低い 1%程度までの部分では、エアバックは膨らむことを確認した ため、衝撃的な力に対する緩衝作用は保持していたと考えられ る.このことから、長周期波や小さい波への対策として、ある 程度の数の切り欠き穴を設けることは、切り欠き面積率が高く ないと考えられる範囲ではエアバックとしての効果を損なわ ないことが確認できた. そのため, 切り欠き穴の適用には適切 な面積の設定が必要である.

図 6 はエアバックがあるケースの衝撃圧力の最大値を,落下 高さから算定した速度 v を含む $1/2\rho_w v^2$ で除したものである.



既往の文献²⁾より,平板のみの落下の場合,落下高さと衝撃最大圧力はほぼ線形関係にあることが報告され, 係数kがパラメタとして用いられる.エアバックなしの場合,係数kは落下高さによらず一定となるが,同図 のようにエアバックがある場合では落下高さが大きい程小さくなった.このことから,衝撃力が大きい程エア バックの低減効果は大きくなると考えられる.ただし,その低減効果には限界があり,落下高さが高くなるに 従い係数kは一定値になっていくと推定される.係数kの値は,布の物性等によって異なると考えられるため, 今後さらに検討が必要である.

4. まとめ

エアバックについて揚圧力低減効果を検証した.波の揚圧力の伝達を抑制するための切り欠き穴の適用は, 適用面積に留意が必要であることを確認した.実施設計のためには,基布の剛性や透過量等の低減率への影響 を考慮したより詳細な外力評価手法の確立を行う必要がある.

参考文献

- 小侯哲平, 伊藤一教:エアバッグによる衝撃揚圧力の低減効果に関する水理実験, 平成 30 年度全国大会 第73 回年次学術講演会講演概要集,Ⅱ-179, 2018.
- 山本善之,大坪英臣,岡田真三,澤田正志,村上貴英:平板の水平水面衝撃の研究,日本造船学会論文集, 1983 巻 153 号, pp.235-242,1983.