

プラント構造物における津波フラジリティー曲線の一考察

清水建設（株） 正会員 ○高梨 和光
 防衛省経理装備局 正会員 深和 岳人
 海上自衛隊 荻原 洋聡
 防衛大学校 正会員 藤間 功司
 元 防衛大学校 正会員 佐藤 紘志

1. はじめに

2004 年インド洋大津波は被災地域がインド洋沿岸の国々に及んだ。津波災害が浸水による被害だけではなく、津波による構造物の破壊や漂流被害等が多数発生した。このとき、セメント工場のような頑丈なプラント構造物での被害が確認されている。日本においても、東海、東南海や南海地震等による巨大津波の来襲が懸念されており、沿岸地域の重要港湾、生産施設やエネルギー関連施設等の重要なプラント構造物や施設に対して同様な被害が想定される。本報告は 2004 年インド洋大津波の調査報告と被害写真からプラント構造物における津波フラジリティー曲線を求め、耐津波構造設計の一助とするものである。

2. 2004 年インド洋大津波での津波調査による津波フラジリティー曲線

津波フラジリティー曲線は津波高さ（浸水深）による構造物や部材の損傷率、地域での同一被害の構造物の割合をグラフにしたものである。この津波フラジリティー曲線を用いて津波被害を定量化し、復旧や損失額算定等の BCP（事業継続計画）、LCE（ライフサイクルの評価・維持）やアセットマネジメント（事業資産評価）に活用することができる。しかし、構造物の損傷率は津波の波力や構造物の保有耐力の度合いに左右されるため、大きな誤差を有していた。ここでは、保有耐力が比較的精度良く算定されている中盤らによる 2004 年インド洋大津波での津波調査（写真-1）を基に、図-1 に示す津波フラジリティー曲線を求める。



写真-1 津波被害状況（2004 年インド洋大津波）

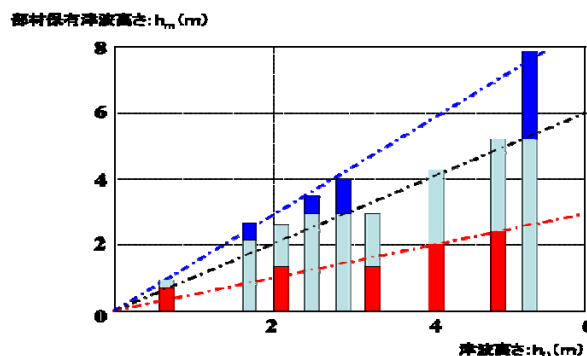


図-1 津波フラジリティー曲線（2004 年インド洋大津波）

図-1 の津波フラジリティー曲線で水色の柱部分は入射した津波に対抗できる保有耐力を津波高さ（浸水深）で表したものの、青の柱部分は構造物に入射した津波に対する余裕分の保有耐力を津波高さ（浸水深）で表した破壊されなかった構造物、赤い柱部分は構造物に入射した津波に対して欠落していた耐力を津波高さ（浸水深）で表した損傷または破壊された構造物を示している。この結果、①RC 構造物の津波被害が保有耐力の不足が主因であること、②構造物内外の設備が構造物被害を助長していないこと（「被害の独立性」）、③構造物ごとに「ばらつき」はあるものの、「耐力」があるものは残り、「耐力」が極端に少ないもの（50%以下）は破壊するということが確認できる。

キーワード 津波, 津波フラジリティー曲線, プラント構造物

連絡先 〒105-8007 東京都港区芝浦 1 丁目 2-3 清水建設（株）土木技術本部 先端技術部 TEL03-5441-0598

3. プラント構造物（設備を有する構造物）での津波フラジリティー曲線

写真-2～5 はスリランカ国立水資源研究所の 2004 年インド洋大津波の津波被害である。津波高さ（浸水深）は内部の壁に残っている津波痕跡から 1m 程度と推定されるが、写真-3 の外部の玄関上部のガラス破損状況より、部分的に 1～2m 程度の津波高さ（浸水深）になったものと考えられる。写真-4 はパソコン等の電気、通信設備であるが、津波による冠水で泥だらけで使用不能の状況と判断でき、写真-5 はガスボンベ設備が津波でなぎ倒されている様子である。このように、津波被害は構造物被害だけでなく、図-2 のように設備被害も考慮しなければならず、この関係を用いるとプラント構造物の津波フラジリティー曲線は図-3 のようになる。この図-3 より、津波高さ（浸水深）がある閾値（例えば 1m 程度）を超えると急激に被害が大きくなり、プラント構造物（例えば、火力発電所、石油プラントや上・下水処理場）の電気設備は構造物に比べて復旧に時間がかかるものが多いので、このような構造物と設備の「被害の加算」を極力さける耐津波設計が必要である。



写真-2 津波被害状況（構造物被害レベル 1）



写真-3 津波被害状況（構造物被害レベル 2）



写真-4 津波被害状況（設備被害レベル 1）



写真-5 津波被害状況（設備被害レベル 2）

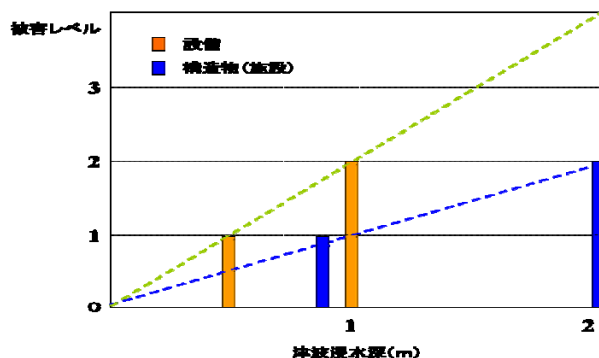


図-2 設備被害を考慮した津波フラジリティー曲線

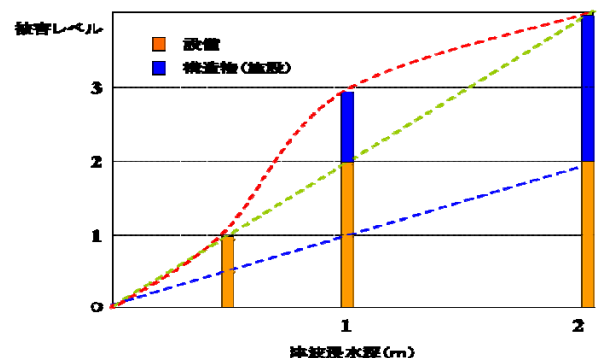


図-3 津波フラジリティー曲線（プラント構造物）

4. おわりに

本報告によって、プラント構造物の津波フラジリティー曲線の一例を示すことができ、津波高さ（浸水深）がある閾値（例えば 1m 程度）を超えると急激に被害が大きくなることが確認できた。

参考文献

中埜 良昭 (2008) : 第 20 回海洋工学シンポジウム, 日本海洋工学会・日本船舶海洋工学会
http://www1.kaiho.mlit.go.jp/sumatra/web_srilanka_e/catalog_sri.html