

地震動・津波の連動外力を受ける RC造建築物の耐津波性能評価

東北大学大学院 工学研究科 都市・建築学専攻 適応設計工学研究室

Takahashi Lab.

はじめに

東日本大震災を契機に津波に対する構造的な性能評価に関する研究・実験が盛んに行われているが、津波波力のみを外力として扱っている場合がほとんどである。しかし、実現象を鑑みると建物には地震力が作用した後に津波波力が作用する為、地震力による損傷が建物の耐津波性能に影響する可能性を考慮すべきである。

⇒ 地震動・津波連動外力の模擬時刻歴波形を作成し、多質点系にモデル化したRC建造物の動的時刻歴応答解析を行い、地震動による損傷が耐津波性能に及ぼす影響について検討する。

津波外力時刻歴波形のモデル化

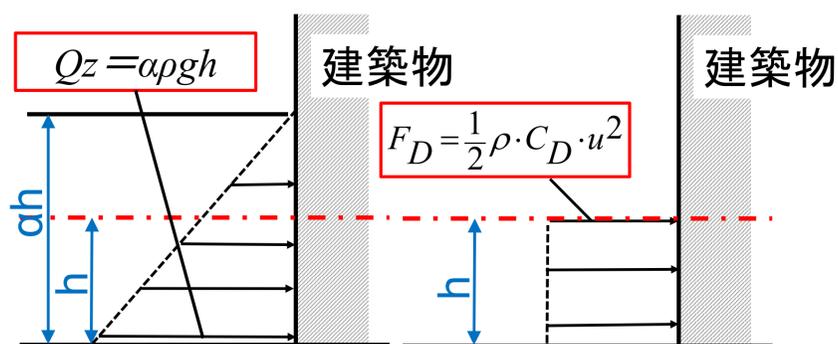
津波波圧は以下の2つに大別され、それぞれについて最大波圧、鉛直分布、作用時間を定義する。

「サージフロント波圧」

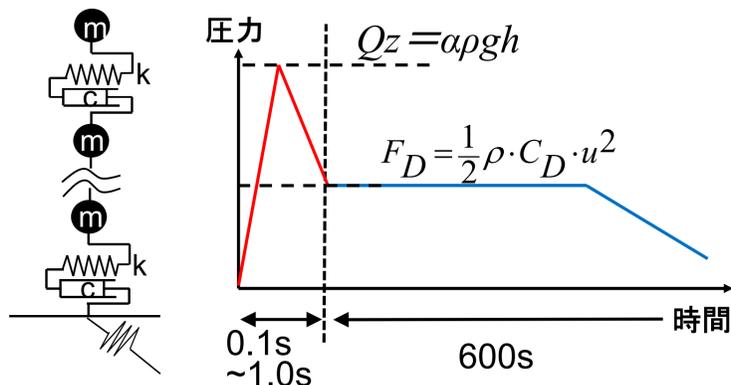
津波の先端部が建物に衝突した際の衝撃的な波圧

「持続波圧」

津波先端部が建物を通じた後の準定常状態での波圧



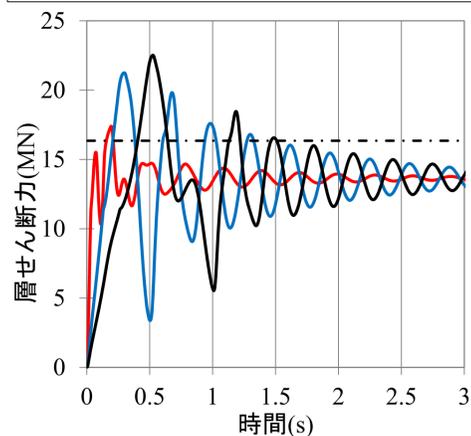
(a) サージフロント波圧 (b) 持続波圧
図-1 津波波圧の鉛直分布



(a) RC構造物 (b) 津波波圧時刻歴
図-2 RC構造物及び津波波圧時刻歴のモデル

津波波力の動的効果に関する検討

— 作用時間0.1秒 — 作用時間0.5秒
— 作用時間1.0秒 — 静水圧(α=3.0)

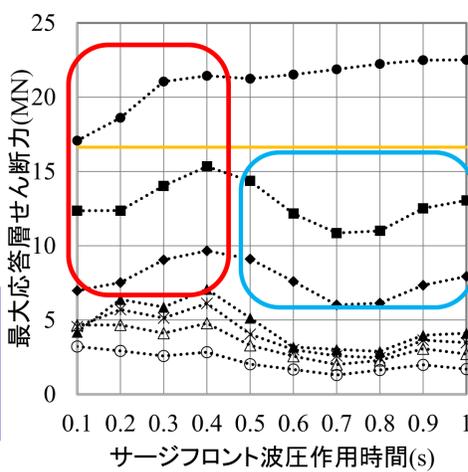


・各作用時間において静水圧による波力の3倍よりも大きい応答値を示している
・作用時間が長いほど応答せん断力も大きくなる傾向にある

サージ波圧としての最大値が同じでも作用時間の違いにより建物に作用する波力が異なる

図-3 津波波力を受ける建物の層せん断力時刻歴変化

● 1層 ● 2層 ● 3層 ● 4層 ● 5層 ● 6層 ● 7層 — 静水圧式(1層)



作用時間0.1~0.4秒の区間では作用時間の増加⇒応答層せん断力が増加

作用時間0.5~0.7秒の区間では作用時間の増加⇒応答層せん断力が減少
作用時間0.8~1.0秒の区間では作用時間の増加⇒応答層せん断力が増加

図-4 サージ波圧作用時間と各層最大応答層せん断力の関係

地震動・津波連動外力の弾塑性応答解析

連動外力による応答値と津波単独外力による応答値の違いをそれぞれの最大層間変形角の比という形で比較・考察した。

津波波圧の応答値の傾向は建物の固有周期と関係しており、サージフロント波圧をパルス波と見なすと、サージフロント波圧の作用時間と建物の固有周期が同程度のケースにおいて層間変形が増大しており、共振応答を示している可能性を確認した。

連動外力による層間変形角: R_c
津波単独外力による層間変形角: R_s
2つの層間変形角の比: R_c/R_s

建物の1次固有周期
 $C_0=1.0$: 0.27秒 ⇒ 0.38秒
 $C_0=0.8$: 0.30秒 ⇒ 0.47秒
地震動作用前 地震動作用後
地震動での損傷により長周期化

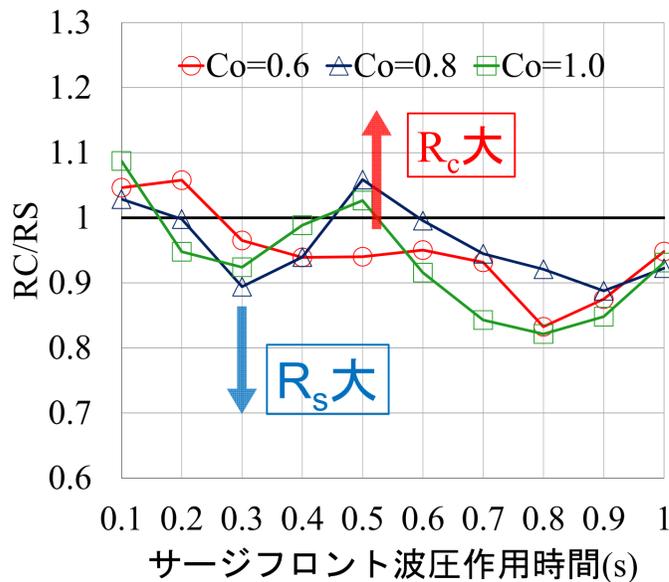


図-5 層間変形角の比 R_c/R_s とサージフロント波圧作用時間の関係