

プラスチック製雨水貯留槽の用途をふまえた耐震性能照査の一例

群馬大学大学院 学生会員 関塚 翔一
 群馬大学 正会員 若井 明彦
 (株)ブリヂストン 柏木 哲也

はじめに

著者らはこれまでにプラスチック製部材による都市型洪水対策用の雨水貯留槽に対し、二次元動的弾塑性 FEM¹⁾に基づいた耐震性能照査を行ってきた²⁾。従来は、車両荷重を活荷重として静的計算の外力の中に取り扱うことがほとんどであったが、本研究では、上部が駐車場として利用される場合などを想定し、車両荷重が地震中の貯水槽内部応力に与える影響を調べた。

解析条件

対象とした雨水貯留槽、車両モデルおよび地盤³⁾の断面図を図1に示す。今回は車両モデルの設置位置や雨水貯留槽の埋設深度が雨水貯留槽に与える影響を検討するため、車両モデルのないもの(Case A)および図中の(ア)、(イ)について表1に示す条件のもの(Case B ~ Case F)の計6種類で解析を行った。(イ)は貯水槽左端から車両モデル中心までの距離(右方向を正)である。車両および貯水槽の形状(図2)は本来三次元的であるが今回は単位奥行きに換算した。また、車両は25tトラックを想定し、総重量は98.04kN/mであり、簡略化のため箱型とした。地盤は鵜飼・若井による簡易繰返し載荷モデル⁴⁾を適用し、非排水条件を仮定した全応力解析を実施した。プラスチック部材は室内要素試験の結果を考慮し、線形弾性体と仮定した。解析に用いた材料定数の一覧を表2に示す。この他、槽内水の動水圧が部材へ与える影響を考慮するため、ヤング率の小さな弾性体要素を貯水槽の内部に水槽壁とのみ接するように配置した。動水圧やスロッシングに関する検討は、必要に応じて今後の課題としたい。解析では下端から兵庫県南部地震の神戸海洋気象台 NS 波形(図3)を入力し、系の応答時刻歴を算出した。

表1 解析パターン。

Case	A	B	C	D	E	F
(ア)	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	1.5
(イ)		10	6	0	-6	10

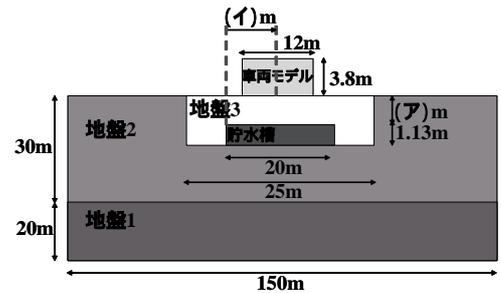


図1 解析対象とした系。



図2 貯水槽ユニットの例。

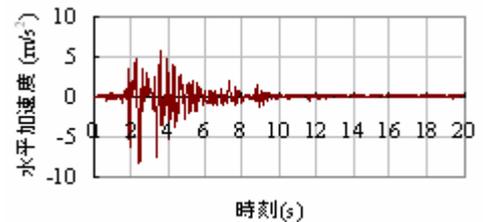


図3 神戸海洋気象台 NS 波形。

表2 解析に用いたパラメータの一覧。

	E(kN/m ²)	v	c(kN/m ²)	φ(deg)	ψ(deg)	b・γ _{G0}	n	γ(kN/m ³)
地盤1	6.48×10 ⁵	0.44	0	45	0	4.5	1.5	20
地盤2	4.88×10 ⁵	0.48	0	35	0	2.2	1.65	19.7
地盤3 (埋め戻し)	2.44×10 ⁵	0.48	0	30	0	1.0	2.7	19.7
貯水槽要素 (弾性体)	鉛直 1.3×10 ⁴ 水平 4.7×10 ²	0.27						0.34
水要素 (弾性体)	8.0×10	0.49						9.8
車両モデル (弾性体)	2.1×10 ⁸	0.29						2.15

キーワード 貯水槽, 耐震, 弾塑性, 有限要素法, 地震

連絡先 〒376-8515 群馬県桐生市天神町 1-5-1 群馬大学建設工学科 大学院生 関塚翔一 Tel 0277-30-1624(若井気付)

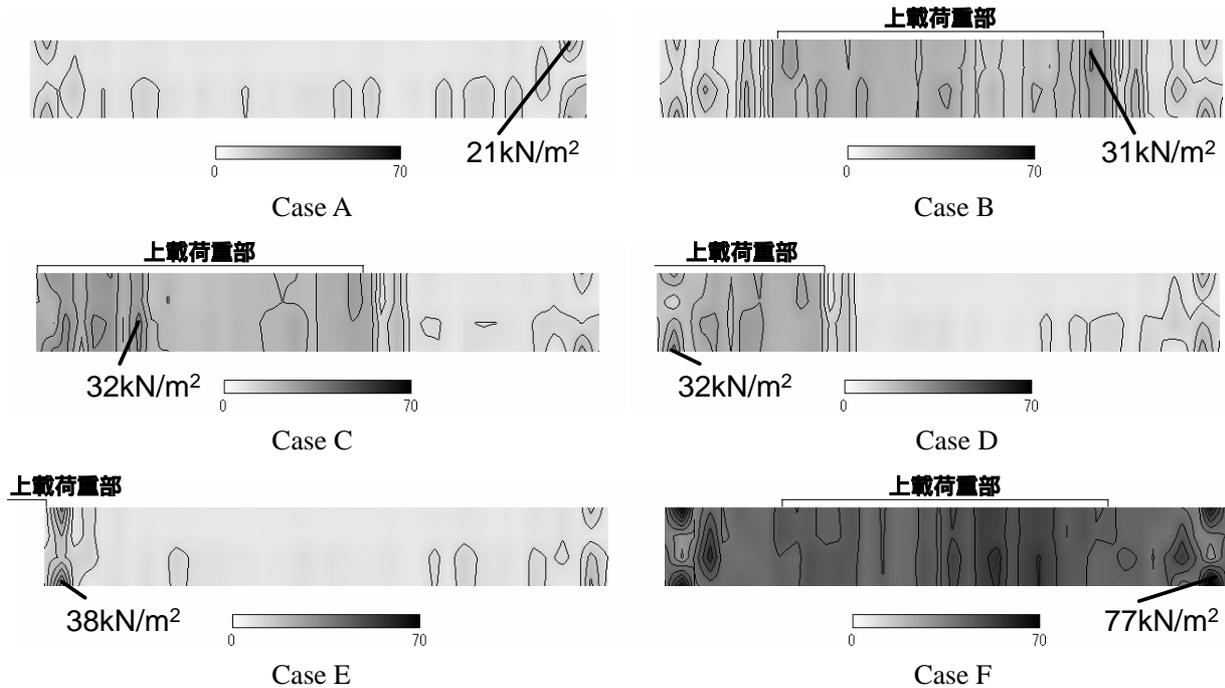


図4 時刻歴中の最大鉛直応力の分布（貯留槽部分のみ表示）

地震時発生応力の許容応力度照査（解析結果）

雨水貯留槽部分における鉛直方向の垂直応力成分の最大値分布を図4に示す。各値の発生時刻は同時ではない。また、コンター図には分布内での最大値とその発生位置を示した。以下に解析を行ったケースについて許容応力度照査を行う。いずれも許容応力度（ 100kN/m^2 ）を超過しないことが確認された。また、今回示していないが水平方向の垂直応力、ひずみについても許容値を超過しないことを確認した。

車両モデル（上載荷重）の設置位置と発生応力（解析結果）

上載荷重のないCase Aでは応力が貯水槽の両端部で大きくなり、Case B～Case D、Case Fの上載荷重を設けたケースについては上載荷重の設置位置の直下でも応力が大きくなっている。また、Case Eでは貯水槽の直上に上載荷重が作用しておらず、貯水槽に隣接する地盤の上部に作用しているが、その地盤を介し、貯水槽に過大な土圧が作用したため、貯水槽の端部に大きな応力が生じている。

上載荷重と雨水貯留槽の埋設深度（解析結果）

Case BとCase Fの結果より、土被りが大きくなると応力も大きくなることがわかる。また、Case Bは上載荷重を除いたCase Aに比べて最大鉛直応力が約1.5倍、今回示していないがCase Fにおいて上載荷重を除いた場合に比べてCase Fは約1.1倍であった。この結果より、土被りの薄いほうが上載荷重の影響を貯水槽へより伝えることがわかった。

まとめ

動的弾塑性FEMに基づき、雨水貯留槽の車両荷重を想定した地震時挙動を再現した。近年、構造物の要求性能は多様化している。従来の簡易設計計算の枠組みに加えて、数値解析に基づく性能照査型の設計の方向性が考えられる。

参考文献

- 1) 若井明彦, 天野正道, 飯塚豊, 鶴飼恵三 (2006): ジオグリッドとコンクリートパネルからなる補強土擁壁の耐震性評価のための数値解析, 土木学会論文集, No.813 / -74, pp.157-168.
- 2) 若井明彦, 関塚翔一, 柏木哲也 (2006): プラスチック製雨水貯留槽の耐震性能照査と材料コスト削減のための検討例, 第60回土木学会年次学術講演会公演概要集, 第 部門, pp.41-42.
- 3) 土木学会関西支部 (1994): 関西における地下空間の活用と技術, pp.44-66.
- 4) Wakai, A. and Ugai, K. (2004): A simple constitutive model for the seismic analysis of slopes and its applications, Soils and Foundations, Vol.44, No.4, pp.83-97.