

2003年十勝沖地震時の苫小牧における大型タンクの非線形スロッシング挙動に関する検討

吉田 隆治・野田 茂*1

Nonlinear Sloshing Analysis of Liquid Storage Tanks in TOMAKOMAI Area Subjected to Relatively Long-Period Ground Motion During the 2003 TOKACHI-OKI Earthquake

Takaharu YOSHIDA, Shigeru NODA

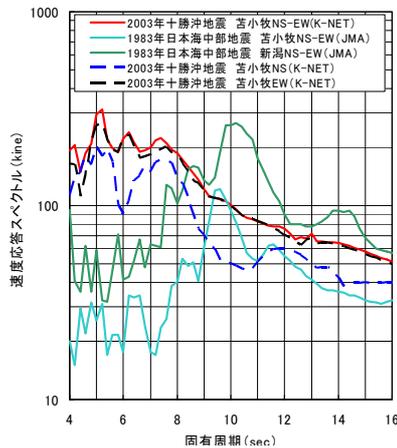


図1 入力地震動の2次元速度応答スペクトル (h=0.1%)

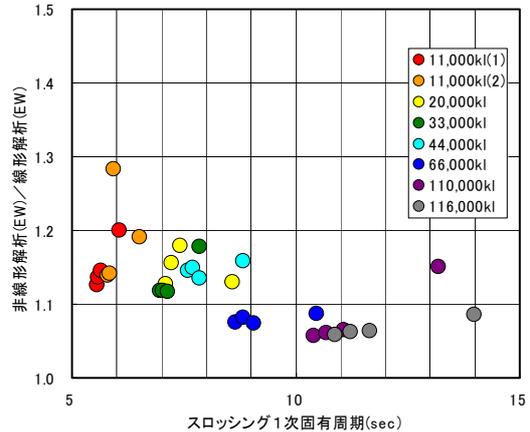


図2 線形最大応答液位(EW入力)に対する非線形最大応答液位(EW入力)の比

研究の目的

2003年十勝沖地震ではタンクの内容液のスロッシングが一因となり大火災が発生した。1964年の新潟地震でも同様なタンク火災が発生しており、原油タンクの耐震安全性を考える上で内容液のスロッシングは重要な検討項目の一つとなっている。現行設計法ではスロッシング高さの算定は微小振幅波の仮定（線形解析）の下に行われている。しかし、その非線形性が無視できないことが指摘されている。

そこで、耐震設計技術向上の基礎資料とすることを目的とし、2003年十勝沖地震の際にスロッシングが発生した苫小牧においてどの程度のスロッシング高さが推定され、どの程度の非線形性の影響が含まれていたかを数値解析的に検討した。

技術の説明

2003年十勝沖地震の際に苫小牧で記録された地震記録を用いてスロッシング高さに与える非線形性の影響、および地震動の上下動がスロッシング高さに与える影響について検討した。検討には坂田、木村、内海による剛体円筒タンクのスロッシング解析法に著者らが上下動入力の項を導入した方法を用いた。検討対象タンクは、苫小牧における浮き屋根式タンクの形状を参考に、容量11,000~116,000klの8種類とし、内容液の深さを満液時、満液時の90%、80%、50%の4種類想定した。

主な結論

結果を以下に示す。

- 1) 2003年十勝沖地震の苫小牧での揺れは、卓越周期は異なるものの、1983年日本海中部地震における新潟での揺れに匹敵する大きさであり（図1）、やや長周期の地震動強度に関する検討が必要である。
- 2) 地震動の上下動の影響は無視できるが、スロッシング高さに与える非線形性の影響は無視できないことが2003年十勝沖地震の苫小牧の記録からも確認され（図2）、非線形性を考慮したスロッシング高さ算定法の導入を検討する必要がある。

*1 香川大学工学部 教授