ストックヤードにおけるセグメントの耐震安全性に関する検討

- 石川島建材工業(株) 阿部 義 正会員
- 石川島建材工業(株) 正会員 橋本 博英
- 首都大学東京 都市環境学部 正会員 長嶋 文雄

杵築 秀征

ン ン い 内 面 側 転 倒 支 占)

1.はじめに

従来から懸念されている海溝型地震とともに ,兵庫県南部地震や新潟県中越地震などの発生により内陸直下 型地震も注目されてきている. 平成 17 年 3 月には地震動予測地図 ¹⁾が公表され,一定期間以内に強震度の観 測が予想される地域が太平洋沿岸を中心に全国各地に示された.

一方,現在,コンクリートセグメントストック時の耐震安全性の検討は机上検討のみであり,信頼性の高い ものではない.このような状況で,ストックヤードに強地震動が発生した際,セグメントの転倒により,製品 の安定供給を妨げるばかりでなく,人的被害を被る可能性も考えられる.本研究は,入力地震波とストック時 のセグメントの挙動との関係を,実験的及び解析的に明らかにすることを最終目的としたものであり,ここで はその基礎として、セグメント単体の挙動を検討した。

2.転倒限界水平加速度の理論値と耐震安全性の検討

実際のセグメントストック状況を参考にして、地震時検討を行う、 図-1のように3本の台木上にセグメントを設置し,セグメント正 加振方向 面から水平方向に地震波が入力されたとき,セグメントは内面側に Po (外面側転倒支点) 倒れる場合と外面側に倒れる場合の2つの転倒モードが生じ,転倒 G (重心) 限界加速度 は式(1)で表される. 台ス .e $2ge_o$ $(e_o \leq e_i)$ (外面側に倒れる場合) $\cdot \cdot \cdot (1)$ a = $2ge_i$ $(e_i < e_o)$ (内面側に倒れる場合) (内布側転倒支点) ここに, Do: セグメント外径 Di : セグメント内径 R. B: セグメント幅 h : セグメント桁高 : セグメント分割角度 d : 内面側転倒支点間距離(台木間距離) m: セグメント重量 g: 重力加速度(=980gal) 加振方向 e。: 重心と外面側転倒支点との偏心距離 台木 e:: 重心と内面側転倒支点との偏心距離 _____ 図-1 セグメント設置状況図 転倒限界加速度 は,セグメントの形状が既知であれば,台 木間距離 d のみを変数として表される .ここで ,あるセグメン b0 0.7 0.6 トを例として計算すると,と dの関係は,無次元化により, 不安定 内面側に転倒 外面側 図-2のようになる 図内の不安定領域では、台木間隔が狭く, 重心が内面転倒支点より内面側にあるために、セグメントを台

木に載せた時点で内面側に傾き不安定となる.また,台木間距 0.1 転倒 0 離がある値を超えるとセグメントは外面側に転倒するように なり、その時の転倒限界加速度は台木間距離に関わらず一定で ある.このことから,セグメントストック時の耐震安全性はセ 図-2



キーワード:セグメント,備蓄製品,ストックヤード,耐震安全性,安定供給

連 絡 先:〒100-0006 東京都千代田区有楽町 1-12-1 石川島建材工業(株)セグメント事業本部 TEL 03-5221-7240

グメント形状,及び,台木間距離により決定し,台木間距離を大きく設定することが有効であると考えられる. 3.セグメント模型による転倒実験

セグメントの地震時挙動を把握するために,1/10 程度の模型を用いて転倒実験を行った.試験状況写真を 図-3に,振動台の概要図を図-4,5に示す.表-1に使用したセグメント模型の仕様と台木間距離を表す. 実験方法は,振動台に正弦波を入力し,振幅一定のまま周波数を徐々に増加させて,セグメント転倒時の周波 数より加速度を求めた.実験ケースは,セグメントに与える正弦波の入射角度は 0~90°,振幅は 10~75mm の組合せで実験を行った.実験結果を図-6に示す.入射角0°のとき,転倒限界加速度は式(1)より377gal であるが,実験結果は227~359gal,平均値は300galであり,理論値に比べて若干低い値であった.これは, スケール効果や ,同じ供試体・台木を繰り返し用いた為に生じた供試体の欠けや台木の磨耗が影響しているも のと考えられる.また,入射角ごとの平均転倒加速度は,入射角が大きくなるにつれて,増大していることが わかる.このことより,セグメントストック時の耐震検討は入射角0°に対してのみ考えれば良いと言える.



図-5 振動台概要図(側面)

図-4 振動台概要図(正面)

4.シミュレーション解析

セグメント模型による転倒実験を3次元FEM解析ソフトで模擬 した.図-7に解析モデルを示す.解析条件は振幅 60mm と 75mm の正 弦波を入射角 0°で作用させ,入力変位の周波数を3周期ごとに漸増 させた.振幅 75mm における入力変位とセグメント頭頂部の変位(応

答変位)を図-8に示す.周波数1.0Hz(296gal) において若干セグメントがロッキングする挙 動がみられ,周波数 1.1Hz (358gal) で転倒し た.この転倒加速度は理論値(377gal)と近似 している.なお,振幅 60mm における転倒加速 度は 341gal (周波数 1.2Hz)である.このこと から,シミュレーション解析による検討手法の 妥当性が示されたと考える.



図-6 実験結果(転倒加速度)





5.おわりに

本検討は,セグメントストック時の耐震安全性を評価する基礎検討であり,今後は,実際のストック状況に 近い複数段積みされたセグメントの地震時挙動や,鉛直方向の振動も考慮した耐震安全性の検討を進めていく 予定である. 参考文献 1) 「全国を概観した地震動予測地図」地震調査研究推進本部 地震調査委員会 平成 17 年 3 月