

I-525

一体式構造との比較によるステイブ・サイロの地震応答性状

(財)電力中央研究所	正会員	山本 広 祐
北海道大学工学部	正会員	佐々木 康 彦
北海道大学工学部	正会員	芳 村 仁

1. まえがき

“ステイブ・サイロ”とは、コンクリートブロック(ステイブ)を円筒状に組合せて積み上げ、外壁をリング状の鉄筋(フープ)で締付けた不連続な壁体構造を持つサイロである。著者等は縮尺1/8模型振動実験により、このようなサイロの振動特性・地震時挙動と内容物の影響に関する検討を行なってきた¹⁾。

本研究では、そのサイロ模型と同一材料・寸法の一体式壁体模型を製作し、両模型の振動実験結果の比較・検討を通じて、ステイブ・サイロにおける地震応答性状の特徴を明らかにした。

2. 模型実験概要

“縮尺1/8ステイブ・サイロ模型”(図1(a))および水平振動台による各種振動実験の概要については文献1)に詳述した。ここでは、図1(b)に示した“一体式壁体模型”に関する実験概要を述べる。この模型はモルタル製円筒シェルで、単位体積重量 $2.26\text{gf}/\text{cm}^3$ 、圧縮強度約 $470\text{kgf}/\text{cm}^2$ 、寸法は外径 81.7cm 、高さ 198.5cm 、壁厚 2.2cm である。また、ステイブ・サイロ模型と同様に、32本のフープ(4mm径の軟鋼線材)で外壁を締付けてある(トルク $8.5\text{kgf}\cdot\text{cm}$)。模型下端の支持状態もサイロ模型と同一とした。従って、両模型の構造上の相違点は「壁体継目(ステイブ継目)」の有無である。

内容物は米(単位容積重量 $0.70\sim 0.75\text{gf}/\text{cm}^3$)を用い、その詰込み深さは模型高さの80%とした。振動台入力地震波は、十勝沖地震(1968-5-16)の八戸での加速度EW成分、根室半島沖地震(1973-6-17)の厚岸での厚岸大橋橋軸直角方向成分である。ただし、相似則に従って時間軸は1/8に圧縮して用いた。

以下、ステイブ・サイロ模型および一体式壁体模型における、壁体上部加振方向の応答加速度(A1)に関する主要な実験結果を示す。

3. 共振振動数・地震応答性状の比較

図2は振幅 20gal の正弦波定常加振による模型上部の加速度共振曲線を、二つの模型あるいは内容物の有無で比較したものである。模型内部が空の状態: [Empty]での共振振動数は一体式壁体模型の 46Hz に比べ、ステイブ・サイロ模型ではその67%まで低下しており、壁体継目の影響が顕著である。また、応答倍率も約40%減少している。他方、内容物詰込み状態: [Full (80%)]では内容物の質量効果が著しく、両模型とも共振振動数は内部が空の状態の60~65%にまで低下することがわかる。

地震時加速度応答倍率の、入力加速度レベルの増大に伴う推移を図3に示す。二つの模型で全体的な推移傾向を比較すると、一体式壁体模型ではほぼ一定値であるのに対し、ステイブ・サイロ模型では入力加速度レベルの増大に伴って応答倍率が減少していく、非線形な地震応答性状を示すことが特徴的である。なお、ステイブ・サイロ模型では、応答加速度の卓越振動数が順次、低振動数領域に移行するという結果も得られている¹⁾。

図4は実測絶対加速度記録と数値積分で算出した相対変位記録から求めた、地震波応答時の復元力曲線である。一体式壁体模型の復元力特性をみると、この入力加速度約 $1,000\text{gal}$ レベルでは内容物の有無によらず、ほぼ線形である。これに対し、ステイブ・サイロ模型では応答振幅の増大に伴って履歴ループの剛性勾配が低下し、その面積が増加する顕著な履歴特性を示すことがわかる。これらの結果から、ステイブ・サイロ模型における前述の非線形地震応答性状は、壁体継目に起因する履歴復元力特性によることが明らかになった。

4. あとがき

今後は、壁体や外壁を締付けるフープの動いずみ、内容物の挙動、内容物による動壁圧などに関する実験結果についても比較・検討を進めていきたい。

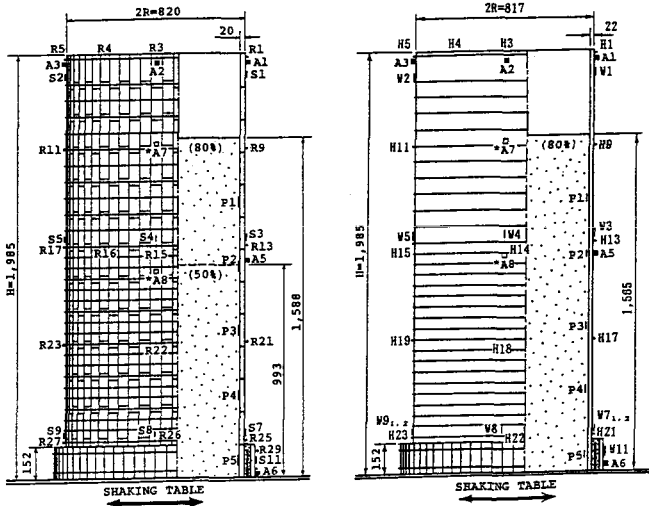


図1 (a) 縮尺1/8 スティフ・サイロ模型&主要な計測位置

図1 (b) 一体式壁体模型 & 主要な計測位置

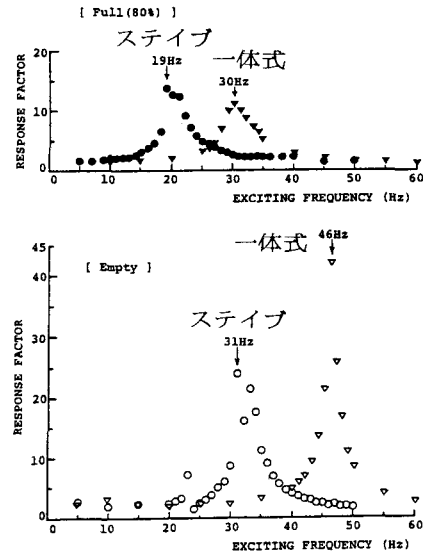


図2 模型上部における加速度共振曲線の比較

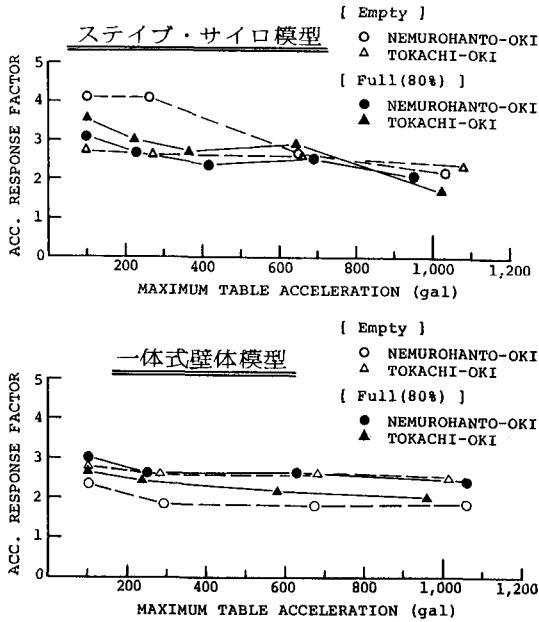


図3 入力加速度レベルの増大に伴う地震波応答倍率の推移の比較

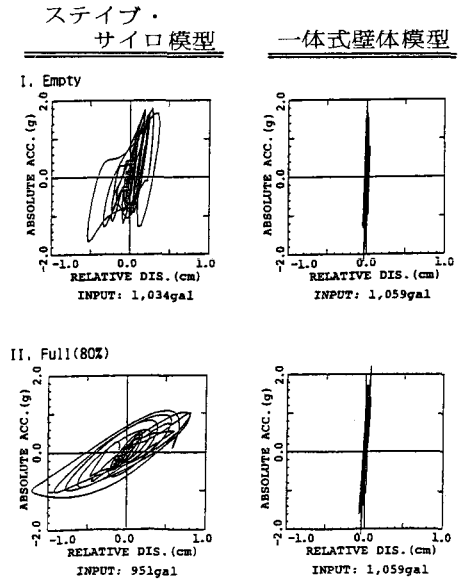


図4 地震波応答時の復元力曲線の比較(根室半島沖地震波, 約1,000galレベル)

参考文献

- 1) 芳村 仁、佐々木康彦：コンクリートスティフ・サイロの地震時挙動に関する実験的研究、第7回日本地震工学シンポジウム講演集、pp.1225-1230、1986。