

I-435

コンクリートステープ・サイロの地震時応答特性に関する模型実験

北海道大学工学部 正会員 佐々木 康 彦
 運輸省第四港湾建設局 酒 井 洋 一
 北海道大学工学部 正会員 芳 村 仁

1. まえがき

“コンクリートステープ・サイロ”と呼ばれる工業用・農業用大型貯蔵施設の壁体構造は、円筒状に組合せながら積上げるステープ(コンクリートブロック)およびフープ状のロッド(鉄筋)からなる。著者らは、二種類のステープ・サイロ模型実験を通じて、このような不連続壁体構造の動的挙動および内容物の影響、静的・動的復元力特性に関する検討を行なってきた¹⁾。

本研究では、模型用ステープの寸法、ロッドの使用本数、模型下端の固定方法を改良し、また壁体高さと直径の比を2.5に上げて、大型の実物サイロにより相似な縮尺1/8模型を製作した。この新しいサイロ模型により、振動特性・地震波応答特性と内容物詰込量の影響を検討した。さらに、ステープ・サイロの耐震性の検討を目的とし、内容物詰込状態および内部が空の模型状態で、それぞれ地震波破壊実験を実施した。ここでは、以上の実験概要と実験結果の一部を報告したい。

2. ステープ・サイロ模型振動実験概要

模型の設計、振動実験の実施に際して、構造物の慣性力と復元力に関する相似則を適用し、幾何学的縮尺を1/8とした。模型用ステープはモルタル製で、長さ15.2 cm、幅5.0 cm、厚さ2.0 cm、1個の重量0.32 kgf、単位重量2.1 gf/cm³である。ステープ・サイロ模型は、円周方向50個、高さ方向13段のステープを円筒状に組立て、外壁を4 mm径のロッド32組で締付けた(締付け量8.5 kgf・cm)。模型の下端は、水平振動台上の鋼板に溶接した異形鉄筋をステープで囲み、間隙にモルタルを充テンして固定した。模型の寸法、ステープ組合せ状態およびロッドの締付け位置を図1に示す。内容物は「くず米」を使用し(単位容積重量0.70~0.75 gf/cm³)、詰込深さは壁体高さの50%と80%の2段階とした。

計測は壁体および内容物内部の加速度8点、壁体(ステープ)とロッドの動ひずみ46点、内容物による動壁圧5点の合計59点である。計測量と計測位置についても図1に略記号で示す。

ステープ・サイロの振動特性に対する内容物の有無や詰込量の影響を検討するため、内部が空および内容物を50%、80%詰込んだ模型状態で、それぞれ正弦波加振実験および共振点での円周方向・高さ方向振動モード測定実験を実施した。また、同様に地震時挙動に対する内容物の影響を検討するため、三種類の

模型状態で最大入力加速度を約100 galとして地震波加振実験を行なった。引続き、加振振幅の増加に伴う応答性状の推移、この不連続な壁体構造の破壊状況および耐震性の検討を目的とし、地震波による動的破壊実験を実施した。この実験は内容物80%詰込みおよび内部が空の模型状態で行ない、

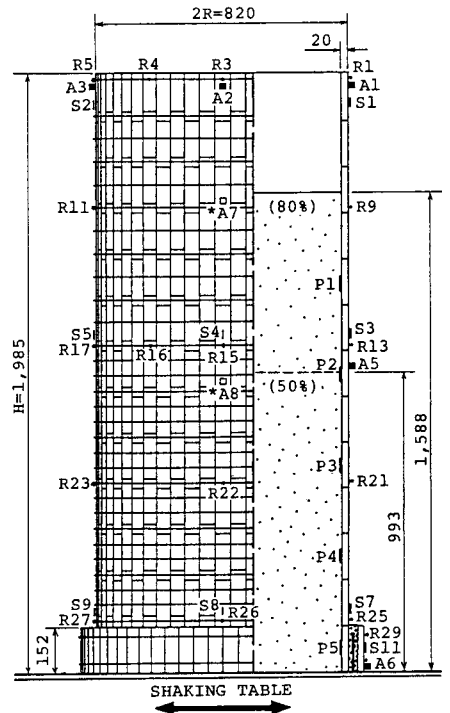


図1 ステープ・サイロ模型および計測位置

表1 加振振幅の増加に伴う最大応答値の推移
[Full(80%), TOKACHI-OKI]

MEASURED POINTS	TABLE ACCELERATIONS (gal)			
	225	367	644	1024
ACCELERATION (gal)				
A1: Top($\theta=0^\circ$)	672	984	1871	1772
A2: Top($\theta=90^\circ$)	227	298	1111	1324
A5: Mid. ($\theta=0^\circ$)	330	431	705	628
*A7: Surface(center)	618	843	968	934
*A8: Mid. (center)	294	501	799	644
STRAIN OF STAVES (μ)				
S1: Top ($\theta=0^\circ$)	0.5	2.6	2.1	2.3
S3: Mid. ($\theta=0^\circ$)	7.8	13.3	24.7	18.5
S7: Bot. ($\theta=0^\circ$)	44.4	71.2	96.7	119.8
STRAIN OF RODS (μ)				
R1: Top ($\theta=0^\circ$)	7.8	23.5	31.4	63.7
R9: 3/4 ($\theta=0^\circ$)	7.8	18.1	25.0	52.1
R13: Mid. ($\theta=0^\circ$)	5.9	8.8	14.8	22.7
R21: 1/4 ($\theta=0^\circ$)	7.4	30.6	78.7	125.7
R25: Bot. ($\theta=0^\circ$)	4.8	5.4	8.7	13.9

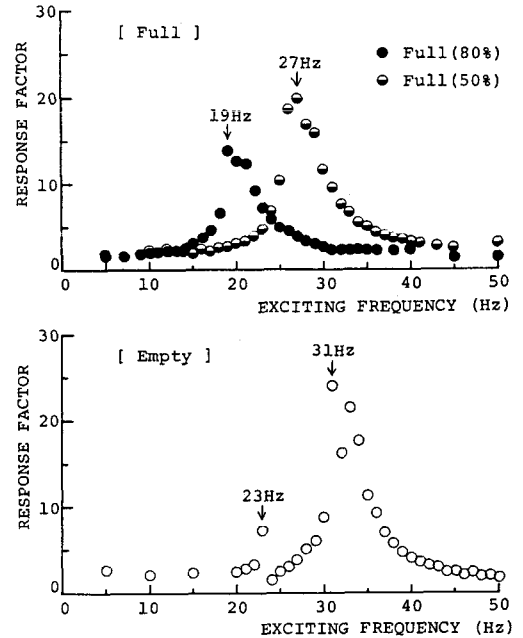


図2 壁体上部における
加速度共振曲線の比較

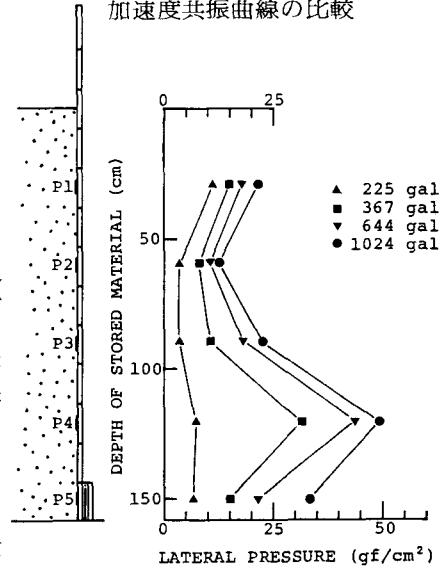


図3 最大応答動壁圧分布の推移
[Full(80%), TOKACHI-OKI]

三種類の地震波を順次入力し、その最大加速度を段階的に増加させた。以上の実験で使用した地震波形は、十勝沖地震(1968-5-16)の八戸での加速度EW成分、日高山系地震(1970-1-21)の広尾でのEW成分および根室半島沖地震(1973-6-17)の厚岸での厚岸大橋橋軸直角方向成分である。なお、時間軸は相似則に従って、1/8に圧縮して用いた。

3. 振動実験結果

図2は振幅20galの正弦波加振による壁体上部の加速度(A1)共振曲線を、三種類の模型状態で比較したものである。内容物を詰込むことで共振振動数が順次低下しており、内容物の有無や詰込量の相違でステイブ・サイロの振動特性が著しく変化することがわかる。また、内部が空の模型状態において、壁体をフープ状に締付けるロッドの動ひずみ(R1)は、円形に近い円周方向振動モードであった31Hzよりも楕円形のモードの23Hzでピークを示し、加速度応答値よりも円形形状からの変形度に依存するという結果も得られた。

内容物80%詰込み模型状態において、最大入力加速度を段階的に増加させた十勝沖地震波に対する主要な計測量の最大応答値の推移を表1に、また内容物による動壁圧分布の推移を図3に示す。同表から、壁体上部の加速度(A1)の応答倍率は3.0倍から1.7倍まで減少すること、加振振幅が増加しても、壁体上部の動ひずみ(S1)は殆ど生じないことなどがわかる。なお、この結果の詳細は他の実験結果も含めて、当日に発表の予定である。

参考文献 1) 佐々木、芳村、堂腰：コンクリートステイブ・サイロの動的挙動に関する模型振動実験、第6回日本地震工学シンポジウム講演集、pp.953-960、1982。