

超軽量盛土の振動試験

長岡技術科学大学大学院 学生会員 星野大輔
 長岡技術科学大学 正会員 海野隆哉
 東日本旅客鉄道株式会社 正会員 藤沢 一
 長岡技術科学大学大学院 正会員 出羽利行

1.はじめに

現在、気泡混合軽量土はその軽量性と施工性の良さから軟弱地盤上や狭隘な箇所での盛土工事などで使用されており、今後ますます使用範囲が広がると考えられる。軟弱地盤上や既設高架橋上での盛土工事へ使用範囲を拡大するためには、気泡混合軽量土のさらなる軽量化が効果的であり、気泡混合軽量土の物性や力学特性・盛土構造などを検討する必要がある。今回は、軽量化の方法として気泡量を増加させた場合と中空化させた場合の鉄道盛土を想定した2形式に着目し、模型試験体を作成して振動試験を行いその耐震性能を検討した。

2.供試体作成方法

試験に用いた模型試験体は、表-1 の配合設計に基づいて作製した。軽量盛土は固化材と粘土、水を混ぜてスラリー状にしたものに気泡発生装置で発泡させた蛋白性の気泡を混入するプレフォーム方式で作製し、型枠に打設後、所定の強度が発現するまで気中養生を行った。

表-1 試験体配合

	セメント (kg/m ³)	粘土 (kg/m ³)	練混水 (kg/m ³)	気泡 (l/m ³)	比重
配合1	240	240	306	500	0.810
配合2	216	216	277	550	0.734
配合3	183	183	262	600	0.654

3.試験条件および試験方法

今回行った振動試験の試験条件を表-2 に示す。試験体は実物の1/3モデルとし、幅と高さは線路直角方向の単線載荷を想定して決定した。試験 Case1 と Case2 との比較で中空化した場合、Case3~6 の比較で気泡混入量を増加させた場合の盛土の耐震性に及ぼす影響について調べる。Case1 と Case2 はコルゲートパイプの波形の大きさを考え、厚さ60cmの試験体とした。Case3~6 については、厚さ10cmの試験体を2枚並べて設置した。上載荷重は図-1 に示すように、試験体上面に重量5.5kNのインゴット(鉄塊)を10本並べることによって載荷しており、その大きさはCase1,2では51kN/m²、Case3~6では152kN/m²となる。

加振方向は試験体長手方向とし、加速度入力波形は正弦波を用いた。事前の共振試験と、実際の地震の周波数を考えて、周波数を2Hzに設定し、初期値50galから50galずつ段階的に加振して行き、試験体が崩壊するまで加速度を上げて行く方式とした。各加速度段階での加振時間を30秒とし、各段階での計測終了後直ちに次段階の加速度に増加させた。

表-2 試験条件

Case	形式	目標 q _u (kN/m ²)	比重	上載荷重 (kN/m ²)	加振周波数(Hz)
1	中実	1000	0.81	51	2
2	中空	1000	0.81	51	2
3	中実	300	0.65	152	2
4		500	0.73	152	2
5		500	0.81	152	2
6		1000	0.81	152	2

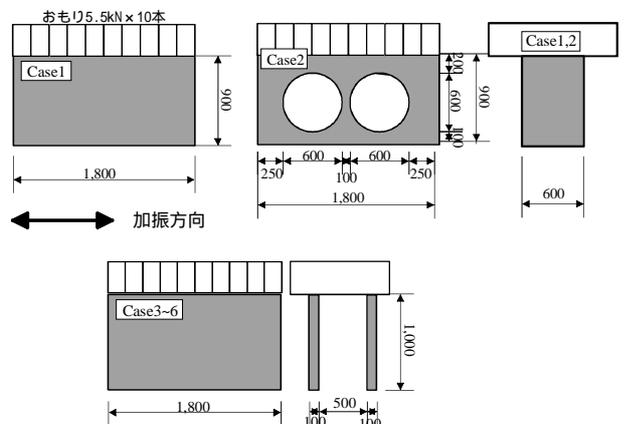


図-1 構造形式

キーワード：気泡混合軽量土、模型試験、振動試験

〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町 1603-1 長岡技術科学大学環境建設系 0258-46-6000 (代表)

4.試験結果及び考察

各試験のひび割れ発生加速度と破壊加速度を表-3に示す。図-2に代表的な破壊形態としてCase2,4の試験終了時のひび割れ写真を示す。

Case1の試験体は、加速度400galまでは振動台と一体となっていたが、これ以降はロッキング振動を起こし、試験体下部が次第に圧壊し滑動を始めたので、試験を終了した。このロッキング振動の原因は、南北方向に張り出したおもりを真中で試験体が支える形となっており、振動台の南北方向のごく僅かな振動を受けてインゴットがシーソーのように振動を始め、加速度の増加に伴い上下方向の振動が増幅されたためと考えられる。

Case2の試験体は、加振開始後400galまでは振動台と一体となっていたが、加速度を450galにあげて行く段階でコルゲートの外側の端部から上方向にひび割れが発生し、側方の拘束がなくなったため、コルゲートの変形が進み、一気に破壊となった。

この原因は、中実のCase1では、試験体全部が一体となって振動するのにに対し、Case2ではコルゲート部分の剛性が低く、変形に伴い気泡混合軽量土とコルゲートパイプの付着が切れたことにあると考えられる。中空構造では水平加振に伴い、コルゲートが楕円形になるような変形が生じ周辺にひび割れが発生する。すると、気泡モルタルによるコルゲートの拘束が弱くなりコルゲートと気泡混合軽量土の合成效果がなくなり、試験体全体としての剛性が更に小さくなり大きな変形が生じるため、試験体が一気に破壊に至ると考えられる。

Case3,4,5,6の試験体は、加振開始後に東側端部、西側端部、もしくは両端にそれぞれにひび割れが発生し、その後中央部にせん断ひび割れが発生して破壊に至った。

次に、気泡混入量の試験体の耐震性に及ぼす影響を検討する。図-3にひび割れ発生時および破壊時の加速度と試験体の一軸圧縮強さとの関係を示す。ひび割れ発生、破壊加速度とも一軸圧縮強さとの相関は見られなかった。破壊加速度は、ひび割れの発生により有効断面積が減少し、最終的にせん断や圧縮で破壊するため、ひび割れの発生位置が中央部に近いほど有効断面積が小さくなって破壊が早く進むこととなる。そのため、最大加速度はひび割れ発生位置に依存し、破壊加速度と一軸圧縮強さには相関が見られなかったと考えられる。

5.まとめ

コルゲート周辺にひび割れが発生するとコルゲートの気泡混合軽量土による拘束が弱くなり大きな変形が生じ一気に破壊に至るため中空気泡混合軽量土の耐震性は低下する。

実験の範囲内では、一軸圧縮強さが小さくなくても、曲げ引張り強さがそれほど減少しないため、気泡量が増加しても破壊加速度の大きさにあまり変化がなく、気泡混入量の増加による耐震性への影響はそれほど大きくないと言える。

表-3 各ケースの加速度

Case	試験時 q_u (kN/m^2)	ひび割れ発生 加速度(gal)	破壊加速度 (gal)
1	887	-	529.1
2	604	413.3	413.3
3	258	429.2	563.6
4	431	496.1	545.5
5	424	466.5	613.2
6	971	445.0	552.0

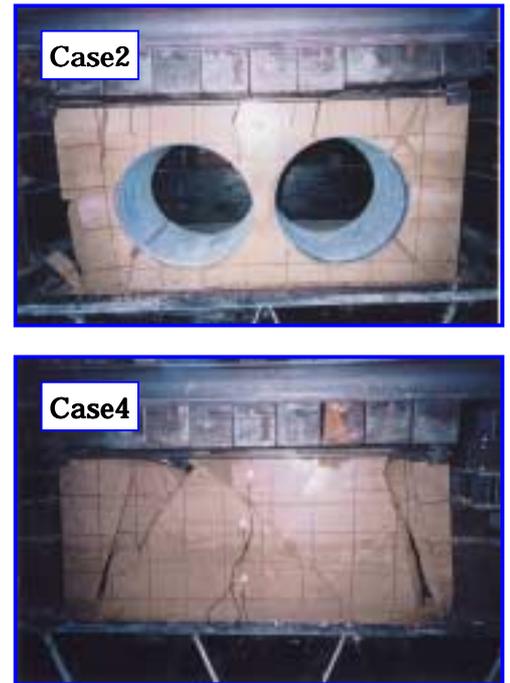


図-2 試験終了時ひび割れ写真

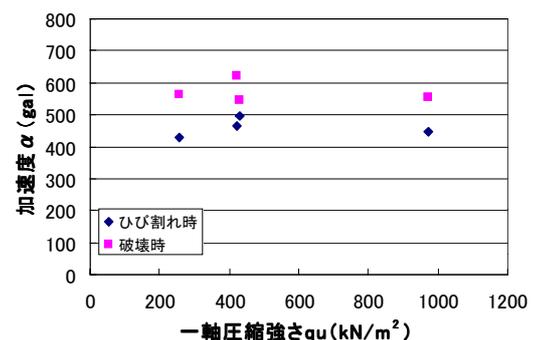


図-3 一軸圧縮強さとひび割れ時、破壊時加速度の関係

<参考文献> 奥村, 渡辺, 海野: 気泡混合軽量盛土の振動台試験によるひび割れ発生について, 第55回年次学術講演会 (III-B323)