

# 気泡モルタル盛土の水平荷重試験

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 河野 昭子・渡邊 康夫・中島 大輔

## 1. はじめに

気泡モルタルは、粘土と固化材に気泡を混入させた軽量モルタルで、現在鉄道構造物の盛土として広く適用されている。ここでは、単位体積重量が  $7\text{kN/m}^3 \sim 8\text{kN/m}^3$  程度の気泡モルタルについて、実規模試験体の水平荷重試験を行い耐震性能を確認したので報告する。

## 2. 試験方法

水平荷重試験の概要を図1に、試験状況を図2に示す。試験条件は表1に示す3通りである。試験体の寸法は鉄道の断面寸法を参考にして、幅  $6.0\text{m} \times$  高さ  $2.0\text{m} \times$  奥行  $1.0\text{m}$  とした。上載荷重は6台の油圧ジャッキを用いて載荷した。また水平荷重は2台の油圧ジャッキを用いて、載荷速度  $0.1\text{mm/sec}$  で  $100\text{kN}$  まで押し側に載荷した後、戻し側に同じく  $100\text{kN}$  まで載荷し、これを1サイクル目とする。以後、2サイクル目は  $200\text{kN}$  ずつの往復荷重、3サイクル目は  $300\text{kN}$  ずつの往復荷重と  $100\text{kN}$  ピッチで荷重を増加させ、荷重増加が止まった時点で載荷を終了する。また試験体にクラックが生じた場合は、載荷重を一時保持した状態で観察およびスケッチを行う。

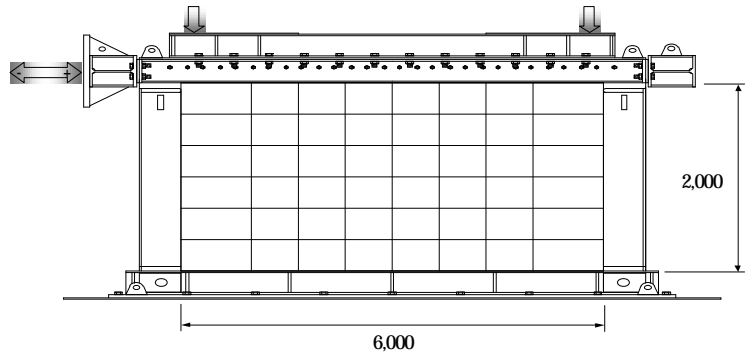


図1 試験装置

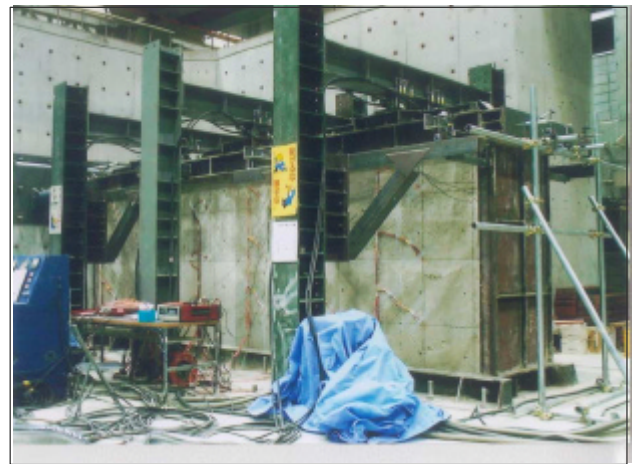


図2 試験状況

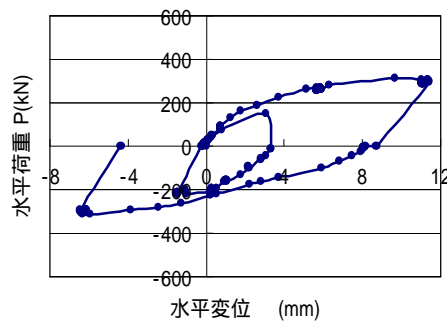
## 3. 試験結果

水平方向荷重 変位関係(図3(1)~(3)参照)

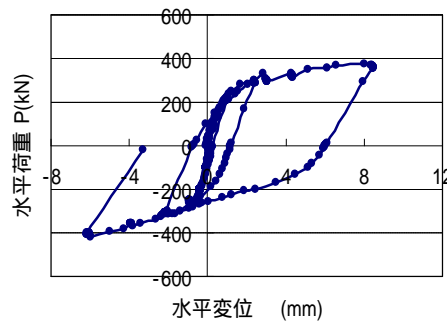
Case1：載荷初期段階は弾性挙動を示している。載荷重  $148\text{kN}$  でせん断クラックが生じた後、約  $160\text{kN}$  で降伏点を迎え、その後は緩やかな荷重増加を示している。  $310\text{kN}$  近辺で荷重増加が止まったので、載荷方向を戻し側に切り替えた。

表1 試験条件

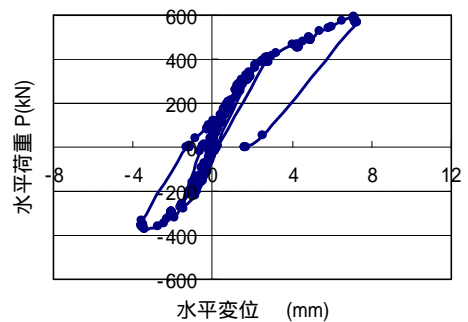
	試験体強度	上載荷重	目標密度
Case1	$500\text{kN/m}^2$	$23\text{kN/m}^2$	$6.80\text{kN/m}^3$
Case2	$1000\text{kN/m}^2$		$7.70\text{kN/m}^3$
Case3	$1500\text{kN/m}^2$		$8.45\text{kN/m}^3$



(1) Case1



(2) Case2



(3) Case3

図3 水平荷重～変位関係

キーワード：気泡混合軽量土、実物大模型試験、せん断耐力

連絡先：〒151-8512 渋谷区代々木 2-2-6 Tel：03-3379-4353 Fax：03-3372-7980

Case2: 載荷 1 から 2 サイクル目までは主なせん断クラックは生じず、ほぼ弾性挙動を示している。3 サイクル目で押し側荷重が 300kN 程度になった時点で水平方向のクラックが発生。その後、戻し側に切り替え、荷重 260kN になった辺りでせん断クラックが生じた。4 サイクル目の押し側 380kN 付近で荷重増加が見られなくなったため、戻し側に載荷した後終了した。

Case3: ここでは、載荷 3 サイクル目の押し側載荷まで主なせん断クラックは生じなかったが、戻し側で 280kN に達した時せん断クラックが発生した。5 サイクル目の押し側約 400kN でもせん断クラックを確認した。

クラックの発生状況（図 4）

いずれの試験体も X 形のせん断クラックが発生している。また、気泡モルタルは一度の打設高さを 1 m としている事から、高さ 2 m の今回の模型は 2 回にわけて打設が行われているため、Case 1 では、その境界面でクラックが生じている。

4. 考察

試験結果より、各ケースの初期クラック発生荷重と、その値より求めたせん断強度(式 1)、換算震度(式 2)の値を表 2 にまとめる。また、せん断強度と一軸圧縮強さの関係を図 5 に示す。

$$\text{せん断応力} = \frac{\text{初期クラック発生荷重}}{\text{上載荷重載荷面積}} \quad \dots (1)$$

$$\text{換算震度 } Kh = \frac{t}{g_i H / 2 + p} \quad \dots (2)$$

ここで、 $g_i$ : 気泡モルタルの単位体積重量、H: 模型の高さ、p: 上載荷重である。

図 5 より、上載荷重が同程度の場合、せん断強さと一軸圧縮強さはほぼ線形の関係である事がわかる。

更に、図 5 中の過去の試験結果の値を見ると、上載荷重が大きいほどせん断強さが大きくなる事がわかる。また表 2 より、一軸圧縮強さが最も小さい Case1（比重 0.7t/m<sup>3</sup> 弱）においても換算震度が 1.0 となっている。

5. まとめ

鉄道構造物設計標準<sup>(2)</sup>より、G3 地盤におけるスペクトル の想定最大地震動 PGA の値は 975gal<sup>(2)</sup>であり、この値を式(3)<sup>(2)</sup>に代入すると設計震度は約 1.0 と算定される。

$$\text{設計水平震度 } Kh = k_{eq} * PGA / G \quad \dots (3)$$

ここで  $k_{eq}=1$ 、 $G=980\text{gal}$  である。これより、今回の配合条件で単位体積重量 0.7t/m<sup>3</sup> の気泡モルタルの場合でも、換算震度がその値を確保している事より、十分な耐震性を持っていると考えられる。

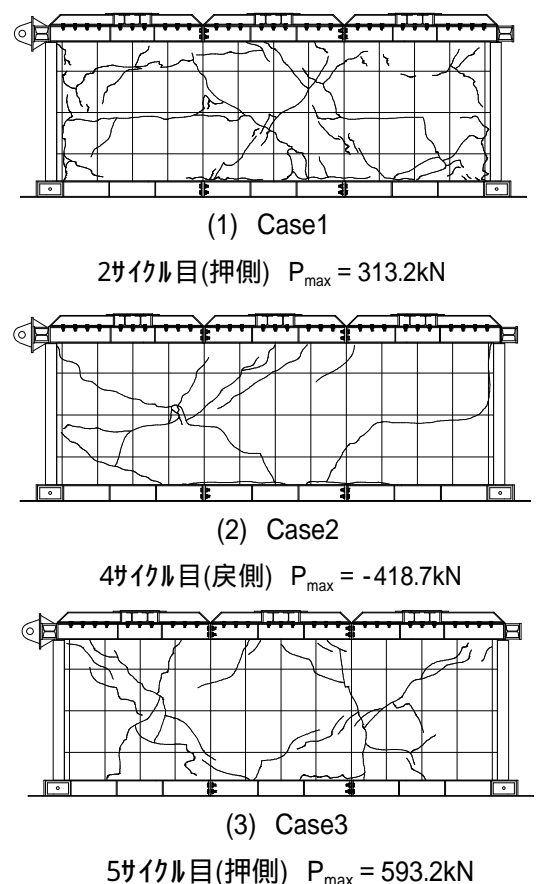


図 4 水平載荷終了時のクラック発生状況

表 2 結果の検討

	一軸圧縮強さ qu (kN/m <sup>2</sup> )	上載荷重 sv (kN/m <sup>2</sup> )	初期クラック発生荷重 (kN)	せん断応力 t (kN/m <sup>2</sup> )	換算震度 Kh
Case1	641.8	24.1	148	24.67	1.00
Case2	1010.1	24.5	300	50.00	2.01
Case3	1625.9	24.1	360	60.00	2.41

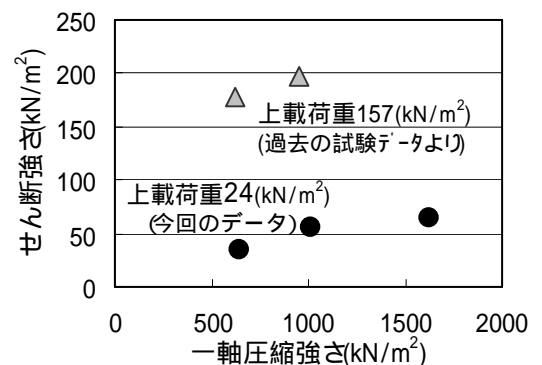


図 5 一軸圧縮強さとせん断強さ  
上載荷重の関係

参考文献：(1)渡邊康夫他：軽量盛土の耐震性能に関する一考察、地盤工学会講演会概要集(投稿中)

(2)運輸省鉄道局監修・鉄道総研編：鉄道構造物設計標準・同解説 耐震設計、丸善、1999