

中規模模型における気泡混合軽量土の斜め引張強さ

長岡技術科学大学大学院 学生会員 ○大都 亮
長岡技術科学大学 正会員 海野 隆哉
長岡技術科学大学 正会員 高田 晋

1. はじめに

気泡混合軽量土(以下、軽量土)は、ある範囲で強度・単位体積重量などを任意に設定でき、流動性と施工性に優れているため、近接して列車が走行し、大型機械の搬入が困難な現場が多い鉄道分野での採用実績が増えてきている。現在、鉄道用軽量盛土は軌道変状を生じさせない等の理由から設計強度が高く設定され、耐震性の検討は省略されている。今後、既設高架橋上等へ使用範囲を拡大するためには更なる軽量化が効果的とされる。しかし、このような場合、強度の低下が生じる可能性があり、それに伴い耐震性の検討が必要となってくると考えられる。そこで本研究では軽量土の耐震性能を評価するために必要とされる斜め引張強さを求めることを目的として、等せん断応力状態を実現する水平載荷試験装置を作製し試験を行った。

2. 水平載荷試験

(1) 試験条件

今回行った水平載荷試験は、周面の変形を制限された供試体に図.1 に示すような上載圧と水平荷重を作用させ軽量土供試体内に斜め方向の軸力を発生させ、斜め引張破壊に至らしめるものである。

(2) 試験装置

本試験は図.2 に示す載荷装置を用いて水平載荷試験を行った。上部せん断装置は、油圧式アクチュエーターによる水平荷重をスムーズに伝達させるために剛性が高くかつ簡単な構造とし、上部せん断装置と下部支持装置内部には、供試体全体にせん断力を均一に発生させる目的でせん断歯を設置した。また、供試体側面には鉛直方向のせん断力を与えるために側面せん断装置を取付け、装置の内部には上部せん断装置と同様にせん断歯を設置した。なお下部支持装置との連結部分には丸鋼とベアリングを用いて供試体の変形に伴って側面せん断装置がスムーズに追従する仕組みとした。上部せん断装置の上部には上載圧伝達装置および上載圧載荷装置を設け、油圧ジャッキによって発生させる上載圧を供試体に均等に載荷させる構造とした。

(3) 試験方法

供試体は、表.1 の配合に基づいてプレフォーム方式で作製した。固化材は特殊セメントのタフロック 2000 型、粘土はスミクレーを用いた。また、供試体寸法は幅 1.8m×高さ 1.2m×奥行き 0.4m の直方体である。試験方法は、油圧ジャッキにて上載圧を載荷し水平荷重はアクチュエータを用いて載荷した。載荷方法を表.2 に、試験装置設置状況を図.3 に示す。
キーワード：気泡混合軽量土、水平載荷試験、斜め引張強さ

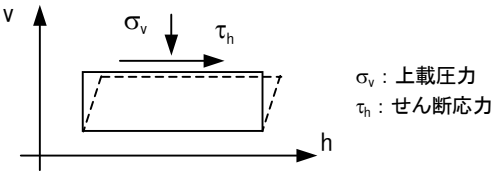


図.1 本試験における応力と変形

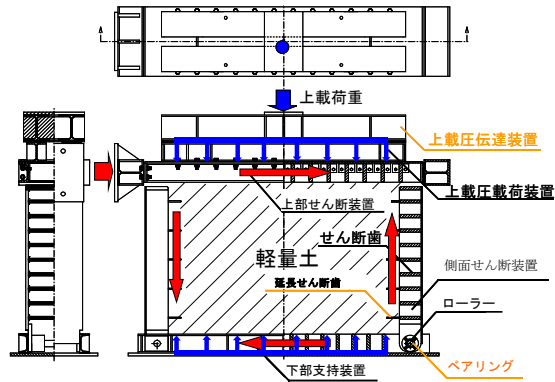


図.2 試験装置

表.1 配合表(1m³あたり)

CASE	目標密度 (kN/m ³)	固化材 (kg)	粘土 (kg)	混練水 (kg)	気泡量 (l)
1, 2	6.80	180	180	297	578
3~6	8.45	240	240	345	487

表.2 載荷方法

水平荷重	±10kN ピッチで繰返し荷重を増加
上載圧	55kN/m ² (CASE6 は無載荷)
水平荷重載荷速度	0.003mm/sec

連絡先：〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町 1603-1 TEL:0258-47-9608 FAX:0258-47-9600

(4) 試験結果

①試験結果一覧

本試験の試験結果を表.3 に示す. なお, 表.3 の一軸圧縮強さは, 水平載荷試験終了後に行ったブロックサンプリングにより得られたサンプルについての試験値である. また, 斜め引張強さはひび割れ発生荷重と上載圧をもとに算出したものである.

②荷重-変位関係と破壊状況

図.4 に本試験結果の中から代表的な荷重-変位関係を示す. これをみると載荷初期段階は弾性的な挙動を示している. また, ひび割れ発生後は荷重増加がほとんど無くなくても水平変位が増えている. 一方, 引き側に戻すと, 初生ひび割れと関係なくほぼ押し側と同じ荷重まで増えて, 初生ひび割れと交差するようなひび割れが発生する. つまり, 初生ひび割れは, 反対方向に作用させる水平荷重に対する耐力に影響を及ぼさないことがわかった.

破壊状況は供試体の上下面を貫通する主要なひび割れが発生している(図.5). また, 供試体中央部のひび割れ角度はモールの応力円の考え方をもとに求めた角度とほぼ一致した. これらの結果は上載圧無載荷の CASE6 以外において同様に確認された.

③上載圧の違いが与える影響

表.3 より一軸圧縮強さのほぼ等しいCASE1 と CASE6 の結果を比較すると, 上載圧を載荷した CASE 1 のほうがひび割れ発生荷重が大きくなっているが斜め引張強さは CASE6 の方が大きくほぼ想定どおりの結果となった.

④供試体強度の違いが与える影響

表.3 より CASE2 と CASE3 の結果を比較すると一軸圧縮強さが大きい CASE3 の方がひび割れ発生荷重が大きくなっている. また, 破壊状況は両 CASE とも図.5 のようになり大きな差異は見られなかった. これらの結果より供試体圧縮強度の大小はせん断抵抗に影響を与えることがわかった.

⑤斜め引張強さと一軸圧縮強さの関係

本試験で得られた斜め引張強さ(σ_{dt})と一軸圧縮強さ(q_u)の関係を図.6 に示す. 図より, σ_{dt} と q_u の関係は直線で表され, 両者の関係は $\sigma_{dt}=q_u/11$ となった.

3. まとめ

- 1. 供試体に載荷した水平力による最大せん断応力は上載圧と一軸圧縮強さの影響を受ける.
- 2. 今回試験を行った供試体については, 斜め引張強さと一軸圧縮強さは直線関係で表せ, 斜め引張強さは一軸圧縮強さの約 1/11 であることがわかった.

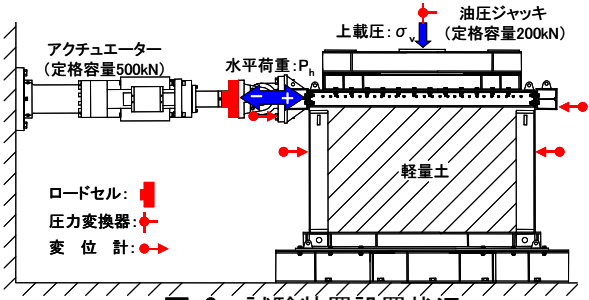


図.3 試験装置設置状況

表.3 試験結果一覧

CASE	目標一軸 圧縮強さ q_{u28}	一軸圧縮 強さ q_u	上載圧 σ_v	斜め引張 強さ σ_{dt}	ひび割れ 発生荷重 S_{crack}
	(kN/m ²)				(kN)
1	500	196.5	56.0	13.1	21.7
2	500	202.0	57.9	18.4	27.0
3	1500	540.8	60.9	45.4	-50.0
4	1500	652.0	61.9	58.1	-60.1
5	1500	838.0	59.8	81.3	-77.1
6	1500	154.7	0	20.7	-14.9

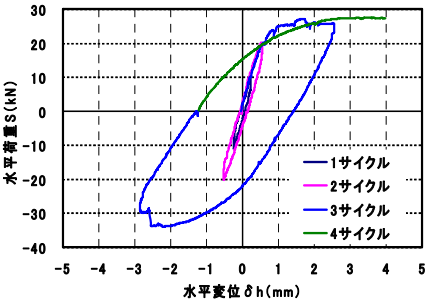


図.4 荷重-変位関係

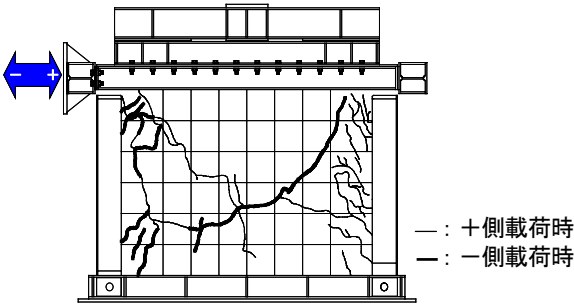


図.5 破壊状況 (CASE2)

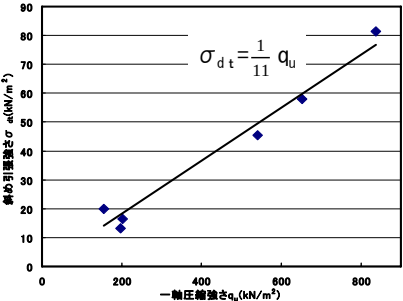


図.6 σ_{dt} - q_u 関係