

超軽量盛土の静的載荷試験

長岡技術科学大学 学生員 出羽 利行
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 渡辺 康夫
株式会社福田組 正会員 佐野 満雄

1. はじめに

現在、気泡混合軽量盛土はその軽量性と施工性の高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高まると考えられる。より高い盛土や既設高架上での盛土工事へ使用範囲を拡大するためには、気泡混合軽量盛土のさらなる軽量化が効果的であり、気泡混合軽量盛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。ここでは盛土中にコルゲートパイプを埋めることによって空洞を設けて軽量化する構造形式を提案し、鉄道盛土を想定した模型試験体の静的載荷試験を行ったのでその結果を報告する。

2. 試験条件

試験体の配合を表 1 に示し、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。Case1.1～1.2 は空洞の無い試験体で、Case2.1～2.3 は空洞を有する試験体である。試験体の構造タイプを Type1～Type3 として、試験体の概要図を図 1 に示す。台座として、Case1.2 には弾性床を表すためにゴム板（パネ：厚さ 2.5cm）を設置し、残りの Case には剛体床（固定）とした。Case2.1～2.3 は試験体の側面を拘束することによって実際の盛土形式に近い状態とした。

3. 試験方法

試験体の上に荷重分布幅が 80cm（実分布幅の 1/3）となるように厚さ 1.6cm の鋼板（以下載荷板）を敷設しその中央に 200kN のアクチュエーターにより荷重制御方式で載荷した。載荷パターンは 3 サイクルとし、設計荷重相当（14kN）試験体の応力が一軸圧縮強さの半分となる荷重相当まで載荷した後にそれぞれ除荷をし、最終的な破壊にいたるまで載荷を行った。計測方法は、載荷時の荷重・載荷点変位を直接アクチュエーターから取り込み、載荷盤の両端の変位量を変位計で、試験体側面の変位を π 型変位計で測定し、また試験体のひずみをひずみゲージによって測定した。

4. 試験結果

各試験のひび割れ発生荷重と最大荷重を表 3 に示す。Case1.2 と Case2.1 の載荷点での荷重—変位関係を図 2

表 1 試験体配合

セメント (kg/m ³)	スミクレー (kg/m ³)	水 (kg/m ³)	気泡 (%)	比重
240.0	240.0	306.0	50.0	0.810

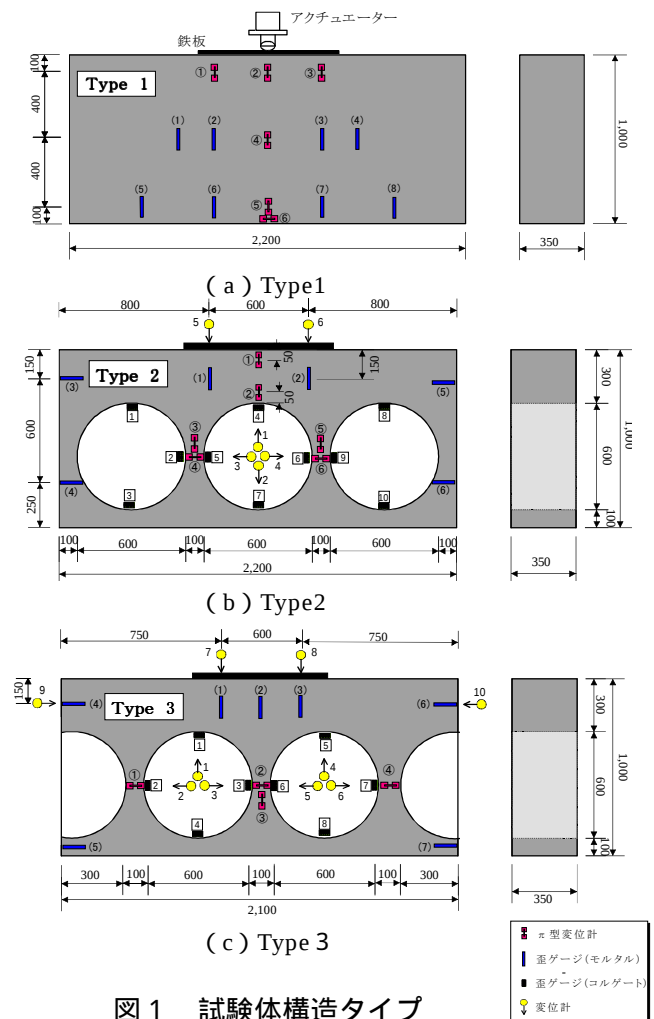


図 1 試験体構造タイプ

に示す。ひび割れ発生時に変位が急に伸びるがその後はひび割れ発生前とほぼ同じ勾配で再び上昇していることから、初期に生じるひび割れは強度に殆ど影響が無いことがわかる。また、空洞を有する構造形式では、コルゲートが変形するために変位量が大きくなっていることがわかる。

図3に代表的な破壊形態としてCase1.2とCase2.1の試験終了時のひび割れ状況を示す。Case1.2は、試験体の下部からひび割れが発生しており、最終的には載荷板の下で圧縮破壊を起こしている。一方、Case2.1は中央コルゲートの上面から上方に向かってひび割れが生じ、こちらも最終的には載荷板の下での圧縮破壊により降伏している。

支持条件が荷重—変位関係に及ぼす影響を調べるためにCase1.1とCase1.2を比較すると、Case1.1は床が剛であるためひび割れが発生せず、最後は試験体の上部分が大きく圧縮破壊した形となった。一方、Case1.2は下部から上方に向かってひび割れが発生している。ゴム版を設置して弾性床としたケースでは初めに曲げ引張り応力によるひび割れが生じるが、剛体床ではひび割れが発生せず圧縮破壊のみが生じることがわかる。

気泡混合軽量土の圧縮強さの影響をCase2.1とCase2.2で比較をすると、圧縮強さの大きいCase2.1の方がひび割れ荷重、最大荷重ともに大きくなり、圧縮強さが2倍となるとひび割れ発生荷重は約2倍、最大荷重は約1.5倍となった。

また、載荷位置による影響を調べるためCase2.1とCase2.3を比較すると、Case2.3のひび割れはコルゲートの側面に近いところで発生し、破壊形態はコルゲート間の気泡モルタル部分の圧縮破壊であった。

全てのケースで最終的には気泡混合軽量土の圧縮破壊により荷重—変位曲線が降伏しており、コルゲートパイプによって空洞を有する気泡混合盛土の強度は気泡モルタル部分の圧縮強さに大きく依存していることがわかる。

5. まとめ

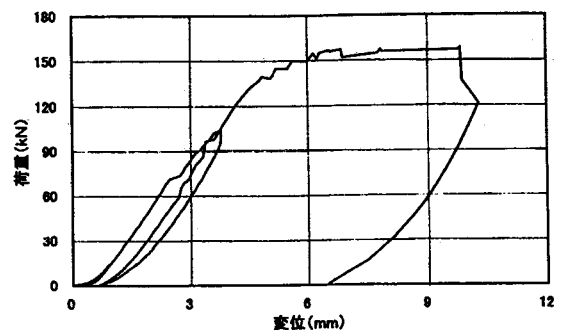
- 1) コルゲートパイプによって空洞を有する構造形式の盛土は、変位量が大きくなり、またひび割れ発生荷重が小さくなるが、破壊時の強度は気泡混合軽量土部分の圧縮破壊であり圧縮強さに大きく依存する。
- 2) 支持条件や載荷位置が変わった場合でも最終的には気泡混合軽量土部分が圧縮破壊するので盛土の強度は圧縮強さに大きく依存する。

表2 試験条件

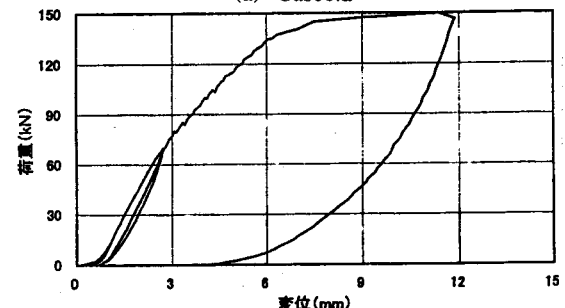
Case	試験体	qu(kN/m ²)	載荷位置	支持条件
1.1	Type 1	1000	中央載荷	固定
1.2	Type 1	1000	中央載荷	パネ1
2.1	Type 2	1000	コルゲート真上	側面拘束
2.2	Type 2	500	コルゲート真上	側面拘束
2.3	Type 3	1000	コルゲート間	側面拘束

表3 ひび割れ荷重と最大荷重

Case	圧縮強さ (kN/m ²)	ひび割れ荷重 (kN)	最大荷重 (kN)
1.1	976	—	176.0
1.2	942	70.0	158.4
2.1	1044	40.0	149.8
2.2	475	20.0	105.0
2.3	609	55.0	136.5

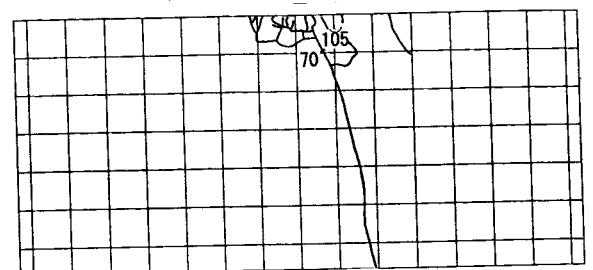


(a) Case1.2

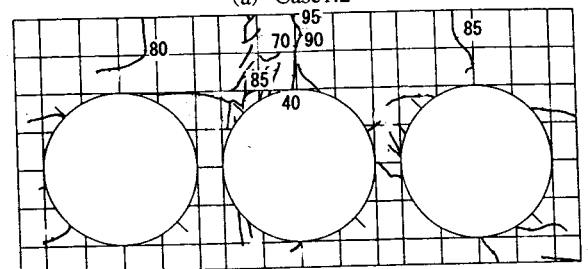


(b) Case2.1

図2 荷重—変位関係



(a) Case1.2



(b) Case2.1

図3 破壊状況図