

### ジオグリッドを併用した廃ガラスリサイクル粗粒材料の締固めに関する検討

東京大学大学院 学生会員 三上大道  
 東京大学生産技術研究所 正会員 古関潤一  
 株式会社複合技術研究所 正会員 佐藤剛司  
 ガラスリソーシング株式会社 正会員 矢嶋千浩

**1. はじめに** 既往の研究<sup>1)</sup>において、廃ガラスリサイクル粗粒材料(以下ガラス材と称する)の埋戻し材としての利用が、埋設管の地震時浮き上がり対策として有効であることが明らかとなっている。ただし、地震後に地表面沈下が生じる可能性があるため、その対策も講じる必要がある。本研究ではその対策工として締固めに着目している。ガラス材のような貧配合の粗粒材料は、締固めを行うと粒子は側方へ流動してしまい、締固め効率が低いという問題点を持つ。そこで、ジオグリッドを併用した締固めについて検討している。ジオグリッドを用いることで、土粒子の側方流動を抑制し、締固め効率の向上が期待できる。その効果の検証を目的として、大型モールドを用いた室内締固め試験を行った。

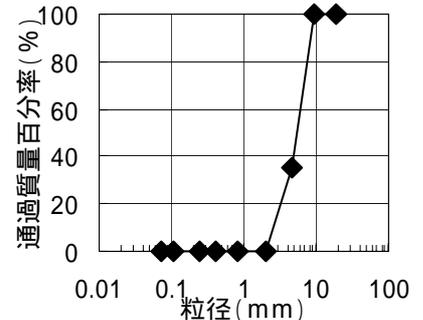


図1. 粒径加積曲線

**2. 実験条件と実験方法** 自然含水状態 (w=0.4%)のガラス材( $d_{max}=1.526g/cm^3$ )を

矩形のモールド(内寸の幅:233mm,奥行き:233mm,カラーを含む深さ:588mm)に投入し,載荷板を静置した後,載荷板上に重錘(12kg)を所定の高さから自由落下させ,締固めを行い,この工程を所定の回数繰返し行った。ただし,重錘を落下させることで,載荷板が試料内に貫入してしまうため,適宜試料表面を均した。ガラス材の粒度分布,試験条件,初期層厚管理状況,使用したジオグリッドを,図1,表1,図2,写真1にそれぞれ示す。

載荷板には幅70mm,奥行き70mm,高さ200mmの鋼材を用いた。締固め時の土粒子の側方流動を,ジオグリッドにより抑制する効果の把握を目的としているため,モールド内寸よりも小さな載荷板を用いた。

締固めエネルギーは  $2600kJ/m^3$  を目標とし,重錘の落下高さを22.5cm,落下回数を全層合計で240回とした。ただし,載荷板直下の試料のみが締固まっていると仮定してエネルギーを算定した。また,落下高さはモールドに剛結された基準点より計測しているが,実際には載荷板の貫入により落下高さが変動してしまうため,締固めエネルギーは厳密には一定でない。

締固め前後でモールド上端から試料上面までの距離を測定した。ただし,前述したように締固め後は載荷板が試料中に貫入してしまうため,試料表面を均した後に測定した。締固めによる層厚の変化は,段階毎の最上層のみで生じると仮定することで,層毎の締固め度の変化を算出した。ただし,締固め後に試料表面を均すことにより,各層上部は下部に比べ密度が低い。また,上層を締固めることにより,下層の密度も上昇すると考えられることから,上記の算出方法による締固め度は下の層ほど過小評価され,

表1. 試験条件

Case	ジオグリッド位置*					初期層厚管理状況**	ジオグリッド種類***
	1層目	2層目	3層目	4層目	5層目		
1	-	-	-	-	-	a	無
2	-	250	125	-	-	a	A
3	-	250	125	-	-	a	B
4	-	125	125	125	62.5	c	A
5	125	125	125	125	-	b	A
6	0,125	0	0	0	-	b	A
7	31.3	31.3	31.3	31.3	-	b	A
8	-	-	-	-	-	b	無
9	62.5	62.5	-	-	-	a	A

\*各層載荷面からの距離(mm)  
 \*\*図1参照  
 \*\*\*写真1参照

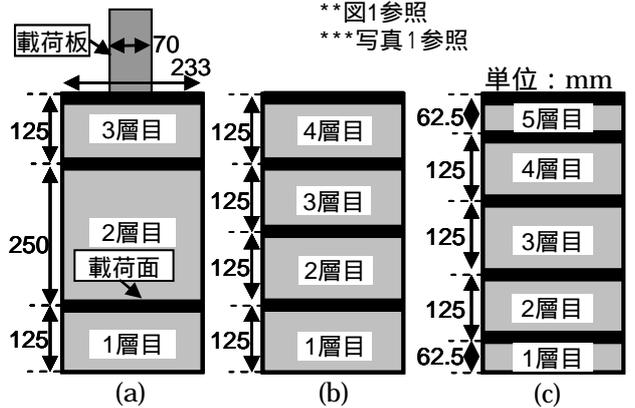


図2. 初期層厚管理状況

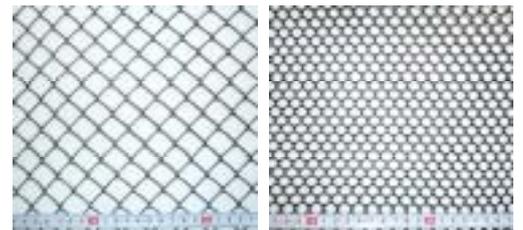


写真1. ジオグリッド

キーワード 締固め, ジオグリッド, リサイクル材料

連絡先 〒153-8505 東京都目黒区駒場 4-6-1Ce-202 東京大学生産技術研究所基礎地盤工学研究室 TEL03-5452-6422

上の層ほど過大評価されていると考えられる。

粒子破碎の程度を把握するため、図1に示すように、粒径0.85mm以下を除いた試料を使用した。試験後に粒径0.85mm以下の増加量を調べ、これを使用した試料の総質量で除した値を、粒径0.85mm以下増加率としている。

**3. 試験結果** 図3に試験後の締固め度の深度方向分布を示す。以下の図における凡例は図3のものと同じ。ここで、図2における(a)は黒色、(b)は白抜きのプロットで示している。

case5, 8 を比較すると、締固め度に大きな差が見られない。これは層厚が大きすぎることにより、case5 で敷設した各層下端のジオグリッドが土粒子の側方流動を抑制できなかったことによると考えられる。また、各層上端にジオグリッドを敷設した case6 も、case8 と比較して大きな差が見られない。これは、ジオグリッドが載荷板の貫入により大きく変形してしまい、載荷板に巻きつくような形状となってしまったため、土粒子の側方流動を抑制できなかったことによると考えられる。

一方、case7 のみ(b)の他の case と比較すると締固め度が高くなっている。これは、ジオグリッド上に適度な土被りを設けたことにより、ジオグリッドの変形を抑制しつつ、ジオグリッド下方の土粒子の側方流動も抑制する効果が得られたことによると考えられる。この傾向は case9 においても見られ、case1 と比較すると、2層目における締固め度が高くなっている。case9 の3層目に関してはジオグリッドを敷設していないため、他と比べても締固め度の大きな差は見られなかった。

また、case2, 3 を比較すると大きな差がないことから、各層下部にジオグリッドを敷設した場合は、ジオグリッドの違いによらず、その影響は小さいと考えられる。

図4に締固め度と粒径0.85mm以下増加率の関係を示す。締固め度が高いほど、粒径0.85mm以下増加率が増加しており、粒子破碎が多く生じていると考えられる。

図5に締固め度と載荷面からジオグリッドまでの距離の関係を示す。ただし、図2における(a)の case2,3 に関しては、図6に示すように、均等間隔にジオグリッドを配置した地盤を想定し、中間層がモールド中央にくるように層厚を設定しているため、載荷面からジオグリッドまでの距離は最大値を使用している。(c)に関しても同様である。初期層厚の違いはあるものの、載荷面からジオグリッドまでの距離に近いほど締固め効率が向上していると考えられる。載荷面からジオグリッドまでの距離が0であるとき、締固め度が高くなることに関しては、上述したジオグリッドの変形によると考えられる。ただし、ジオグリッドを用いていない case8 では、やや締固め度が高いと言える。これはジオグリッドを用いないことにより、載荷板が大きく貫入し、一層目ではモールド底面と載荷板の間隔が狭まり、比較的多くの粒子破碎が生じたことによると考えられる。

**4. まとめ** 今回の試験条件においては、載荷面とジオグリッドの距離が短いほど、締固め効率が向上した。ただし、ジオグリッド上方に土被りを設けない場合は、ジオグリッドが変形し、その効果が見られなかった。また、締固め度が増加するほど、粒子破碎も多く生じていると考えられる。本研究ではジオグリッドによる締固め度の上昇のみ計測している。締固めによって、ジオグリッドに張力を作用させることにより、地盤内の拘束圧が増加し、強度と剛性が増加することが期待できるため、今後検討する予定である。

**謝辞** 本実験で使用したジオグリッドは、三菱樹脂株式会社から提供を受けた。ここに記して深謝の意を表す。

<参考文献>1)三上ら：埋設管埋戻し材の液状化対策における透水性能と締固め度の影響に関する検討，土木学会第63回年次学術講演会，2008

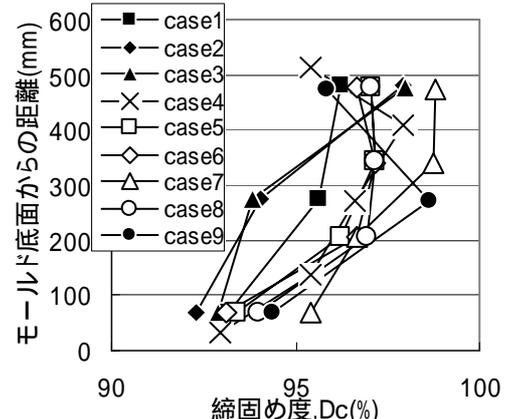


図3. 締固め度の深度方向分布

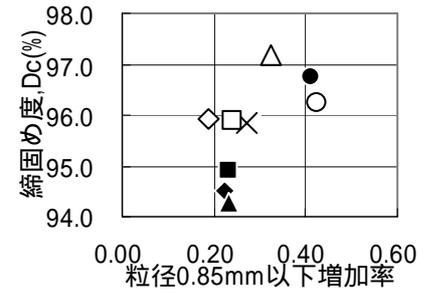


図4. 締固め度と粒径0.85mm

以下増加率の関係

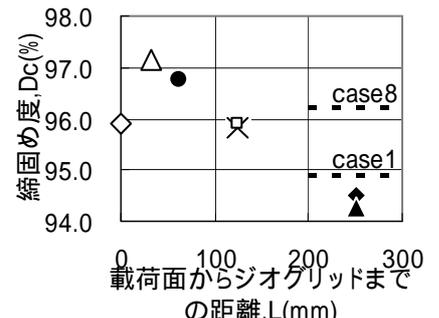


図5. 締固め度と載荷面からジオグリッドまでの距離の関係

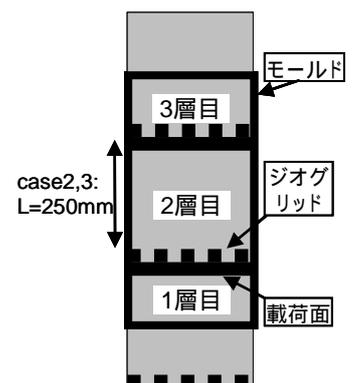


図6. 載荷面からジオグリッドまでの距離に関する仮定