

明石高専 都市システム工学科 学生員 ○大西貴之

明石高専 都市システム工学科 正会員 友久誠司、正会員 鍋島康之

明石高専技術教育支援センター 正会員 内藤永秀

1. まえがき

近年、日本の産業廃棄物の総排出量は高止まりしており、平成 19 年度は約 4 億 3000 万トンとなっている。このうち、汚泥は 43.1%を占めており、最も高い割合となっている。汚泥は高含水比で低強度であるため、建設材料として利用することが困難である。一方、シュレッターダストについても、近年、個人情報保護などにより膨大な量が発生し、短繊維長のため再生紙として再利用することも困難であることから、大量に破棄されている。

本研究では、紙片を混合することで、泥土の強度改善を図り、建設材料として再利用することを目的としている。具体的には、紙片の種類、配合率および紙片の存在様態が改良土の強度特性に与える影響について調べる。

2. 試料および実験方法

用いた試料は兵庫県加古郡稲美町千波池の底泥である（表-1）。液性限界が 51.1%と高く、日本統一土質分類により、粘土（高液性限界）CH に分類されていることから、非常に軟弱な土であるといえる。実験では、含水比を 49%、51%、56%の 3 種類に調整したものを用いる。紙片は新聞紙とコート紙の 2 種類であり、引張応力はコート紙が高く、吸水率は新聞紙が大きい（表-2）。ここで、コート紙は、光沢がありパンフレットなどに使用されているものである。紙片の混合率は、泥土にそれぞれ 0.5、1.0、1.5%の割合（湿潤質量比）である。

改良土に混合する紙片はクロスカット紙（幅 0.2cm、長さ 2.5cm）をランダムに配置した場合と一辺 3cm の正方紙を等間隔に配置した場合（図 1）の 2 種類であり、評価は一軸圧縮試験（直径 5cm、高さ 10cm）を行う。

3. 結果と考察

図 2 は紙片混合率と圧縮応力の関係である。いずれの配合も紙片混合率が多いほど供試体の圧縮応力は増加することがわかる。コート紙を混合した改良土は、最も高強度の紙片混合率 1.5%が土単体の強度と同じである。一方、新聞紙を混合した改良土は 1.0%以上の紙片混合率で土単体の強度を上回り、

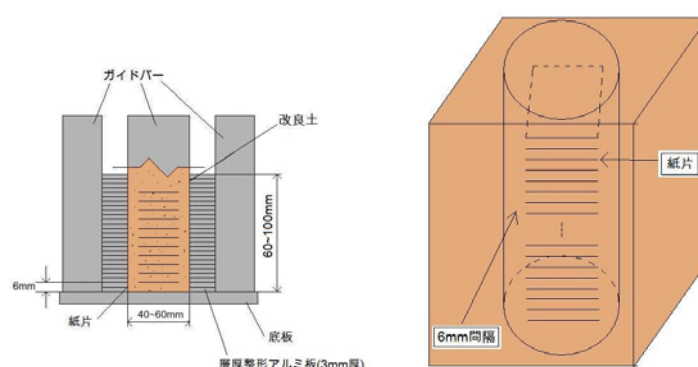


図 1 供試体の作成型枠と切出し概略図

表-1 泥土の物理的特性

項目	特性値
液性限界 (%)	51.1
塑性指数 (%)	31.4
土粒子の密度 (g/cm^3)	2.63
日本統一土質分類	粘土(高液性限界) CH

表-2 紙片の性質

引張応力 (N/mm)			
乾燥状態		湿潤状態	
新聞紙	コート紙	新聞紙	コート紙
0.94	2.68	0.10	0.30
吸水率 (%)			
新聞紙		コート紙	
126.5		56.3	

紙片混合の効果が表れている。

図 3 の応力－変位曲線を見ると、ランダム配置の供試体は紙片が新聞紙、コート紙ともに、土単体のものとよく似た曲線となっている。しかし、等間隔配置の改良土は新聞紙、コート紙とも、いずれも曲線が圧縮変位約 10mm のところにくびれが生じている。この現象は以下のように考えることができる。

ランダム配置の供試体は、せん断面に断面をもつ紙片は全体量からみるとわずかであり、このため土単体のものと応力－変位曲線に大きな違いはなく、改良土の圧縮応力は土そのものの強度が大部分を表すことになる。よって、吸水率の大きな新聞紙を混合した改良土の圧縮応力が大きくなると考えられる。

一方、等間隔配置では、せん断面に多くの紙片が入ることとなる。試験後、供試体の断面を確認すると、挿入された紙片は原形を保っていた。すなわち、せん断面では紙片が破断されずに土塊がずれた量だけ紙片が引き抜かれたか、あるいは紙片を巻き込んだ土塊としてせん断に抵抗したことが考えられる。よって、引張応力の強いコート紙を混合したもののほうが新聞紙を混合したものより強度が増加したと考えられる。圧縮変位が約 10mm のくびれは、せん断面の紙片が破断や引抜きに抵抗する現象の現れと考えられる。

図 4 は等間隔配置における圧縮応力と含水比の関係を表した図である。新聞紙を混合した改良土の曲線は土のみの曲線の延長線上であることが分かる。このことから、新聞紙を混合した改良土の強度増加は、紙片の吸水効果による改良土の含水比低下によるものであり、紙片の強度による改良土の強度増加の効果は少ないということがわかる。一方、同じ含水比の改良土でもコート紙のほうが約 5kN/m²高い強度を示している。この原因は、含水比低下による泥土単体の強度増加に加え、紙片の強度および引抜抵抗が影響している結果である。また、この含水比が低下するほど改良土が高強度になるという結果は、泥土の紙片混合前の含水比を低減する事前処理の重要性を示している。

4. あとがき

泥土に紙片を混合した改良土の強度特性として、以下のことが明らかになった。

- ① 混合する紙片の種類はランダム配置の場合、新聞紙を混合したほうが、等間隔配置の場合、コート紙を混合したほうが改良土の強度は増加する。
- ② 紙片混合率については 0.5% から 1.5% の範囲では混合率が多くなるほど、また、泥土の含水比は低いほど、改良土の強度は増加する。
- ③ 改良土の強度増加は、紙片の吸水による含水比の低下、紙片の破断強度および引抜抵抗に起因する。

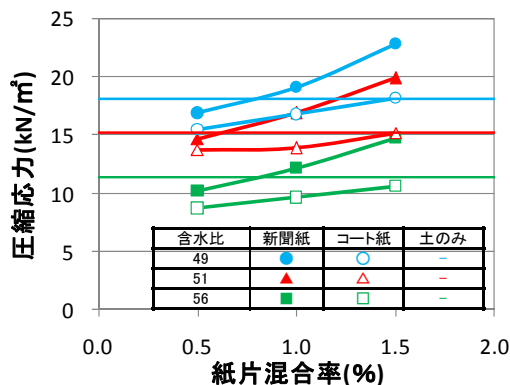


図 2 改良土の圧縮応力と紙片混合率の関係 (配置：ランダム)

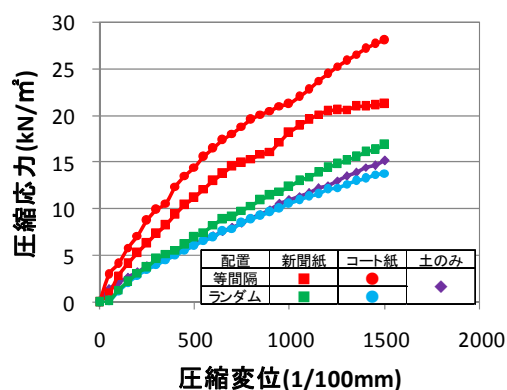


図 3 紙片の配置の違いによる圧縮応力と変位の関係 (含水比：51%、配合率：1.0%)

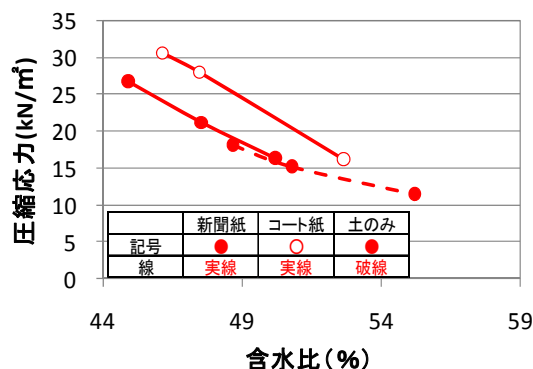


図 4 圧縮応力と含水比の関係 (配置：等間隔)