

# 流動化処理土の一面せん断特性及び循環利用に関する研究

福岡大学工学部 学生会員○橋橋 浩太郎 福岡大学工学部 正会員 佐藤 研一  
福岡大学工学部 学生会員 中村 昌弘 福岡大学工学部 正会員 吉田 信夫

**1.研究目的** 流動化処理工法は、建設発生土の有効な利用法の一つであり、発生土と水とセメントを攪拌し現地の土を目的に合う良質土に改良し、流動性が良く締固めを必要としない等の特徴がある。九州地方では砂分を多く含む砂質土系の建設発生土が多く発生する。著者らの研究<sup>1)</sup>では、砂分を多く含む材料を用いる場合、砂分含有量の増加により一軸圧縮強度は、一端、強度増加するものの、再び強度低下する傾向を指摘している。本研究では、強度変化の要因をさらに詳しく追求するため、固化材添加量の値を変化させた、一面せん断試験を行い、砂分含有量が流動化処理土の力学特性に及ぼす影響を土の強度定数から詳しく検討する。また、今後、流動化処理土により埋戻しされた現場を再掘削する際に、再び建設発生土として処理しなければならない事が考えられる。そこで、流動化処理土の資源循環を考慮に入れ、一度固化した処理土を材料とした流動化処理土を作成し、その材料特性について検討する。

## 2.実験概要

**2-1 実験試料** 実験に用いた試料は 2mm ふるいを通過した今宿まき土と脱水ケーキを混合し砂分含有量を調整した。また、19mm ふるいを通過した 56 日養生後の循環用固化処理土と、今宿まき土と脱水ケーキを混合し、再生処理土を作成した。ここで、循環用固化処理土に用いた試料の混入率を  $R_c$  と定義する。

**2-2 実験条件** 処理土の作成<sup>1)</sup>は、表-1 に示す配合条件により行った。処理土の品質管理に、フロー試験、ブリーディング試験を実施した。一面供試体は、 $\phi=6\text{cm} \times H=2\text{cm}$  のモールドに打設し水分の発散を抑制するため、打設 1 日後に脱型した供試体をラップで包み、 $20^\circ\text{C}$  一定の養生箱で養生を行った。実験は鉛直荷重  $\sigma_v=49, 98, 196\text{kPa}$  の各々を載荷し、10 分の圧密を行なった後、反力板荷重を一定に保ちながら、せん断速度  $0.2\text{mm/min}$  の条件で行った。また、資源循環の試験において、表-2 に示す条件のように、乾燥重量で循環処理土が 40、70、100% の割合になるように供試体を作成し、一軸圧縮試験を行った。

表-1 流動化処理土配合条件

| フロー値<br>F(mm) | 固化材添加量<br>C(kPa) | 砂分含有量<br>Sc(%) |
|---------------|------------------|----------------|
| 250           | 40               | 60             |
|               |                  | 70             |
|               |                  | 80             |
|               | 70               | 60             |
|               |                  | 70             |
|               |                  | 80             |
|               | 100              | 60             |
|               |                  | 70             |
|               |                  | 80             |

表-2 再生処理土実験条件

|          | フロー値<br>F(mm) | 固化材添加量<br>C(kg/m <sup>3</sup> ) | 砂分含有量<br>Sc(%) | 養生日数<br>(日) | 循環用固化処理土混入率<br>Rc(%) |
|----------|---------------|---------------------------------|----------------|-------------|----------------------|
| 流動化処理土   | 250           | 70                              | 50             | —           | —                    |
| 循環用固化処理土 | —             | —                               | —              | 56          | 40                   |
|          | —             | —                               | —              | —           | 70                   |
|          | —             | —                               | —              | —           | 100                  |

## 3.実験結果及び考察

**3-1 一面せん断試験結果** 図-1 に  $C=70\text{kg/m}^3$ 、 $Sc=60\%$  における、せん断変位  $D$  とせん断応力  $\tau$  の関係を示す。鉛直荷重の増加に伴い、ピーク強度を示した後の強度低下が小さくなり、ピーク時のせん断変位も大きくなっている。図-2 に一面せん断試験結果に及ぼす砂分含有量の影響を示す。砂分の違いにより一面せん断特性が異なり、特にせん断剛性とピーク強度に砂分含有量の影響が見られる。次に、固化材添加量の違いが一面せん断挙動に及ぼす影響について図-3 に示す。固化材添加量の増加に伴い、破壊時のせん断応力が明確になり強度も増加している。しかし、ピーク強度と残留強度との差が大きくなっている。図-4 に各試験より得られる最大せん断応力  $\tau$  と砂分含有量  $Sc$  の関係を示す。7 日養生では固化材添加量の増加に伴い、強度増加している。また、砂分の増加により、最大せん断応力は、一端、増加し、低下する傾向がある。強度増加の要因として、著者らが指摘するように、処理土比重の増加と水セメント比の低下が挙げられる。また、強度低下の要因として、砂分の増加により、細粒分に対する固結力が低下したためと考えられる。また、固化材添加量の増加に伴い、養生日数の経過による強度増加が大きくなっている。強度発現の要因が砂分含有量から固化材にかわるため、 $C=100\text{kg/m}^3$  においてピークを示す  $Sc$  が低下している

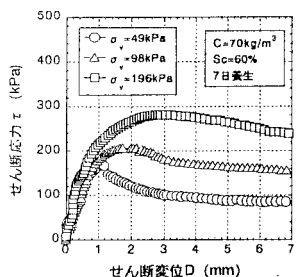


図-1 せん断変位とせん断応力の関係

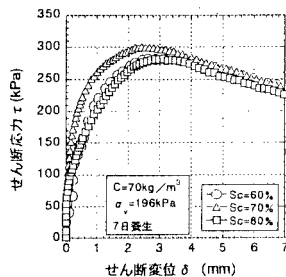


図-2 せん断変位とせん断応力の関係

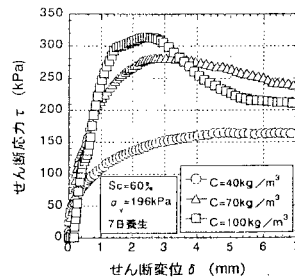


図-3 せん断変位とせん断応力の関係

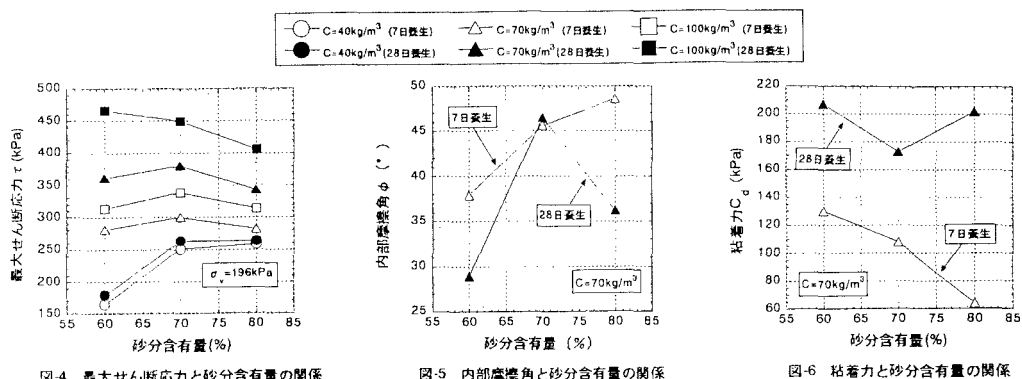


図-4 最大せん断応力と砂分含有量の関係

図-5 内部摩擦角と砂分含有量の関係

図-6 粘着力と砂分含有量の関係

と考えられる。図-5 に内部摩擦角  $\phi$  と砂分含有量  $S_c$  の関係を示す。7 日養生では、砂分含有量の増加に伴い内部摩擦角は増加している。これは砂分の増加によって粒子間摩擦力が増加したためと考えられる。28 日養生では、砂分含有量の増加に伴い、内部摩擦角が低下する傾向に変化している。これは 7 日養生では、粒子間摩擦力が内部摩擦角に影響を及ぼしているが、養生日数の経過に伴い、固化材による影響が増加するため、砂分の増加に伴い、強度発現が粘着力に移行したためと考えられる。図-6 に粘着力  $C_a$  と砂分含有量  $S_c$  の関係を示す。7 日養生では砂分含有量の増加に伴い、粘着力は低下しているが、28 日養生では、固化材による強度増加が粘着力の増加として現れている。

### 3.2 再生処理土の材料特性

図-7 にブリーディング率と循環処理土混入率  $R_c$  の関係を示す。 $R_c$  の増加に伴い、ブリーディング率は低下する。これは循環処理土中に既存する固化材の影響により材料分離抵抗性が上がるためと考えられる。図-8 に処理土比重、水セメント比と  $R_c$  の関係を示す。 $R_c$  の増加に伴い、処理土比重は低下し、水セメント比は増加する。これは同じフロ値を出す場合、 $R_c$  が大きい程、処理土を解泥するための水が増加したためと考えられる。また、処理土を材料に用いると急激に流動化処理土の性質は変化すると考えられる。図-9 に 7 日養生における一軸圧縮試験結果を示す。処理土のせん断挙動は、循環処理土混入率  $R_c$  の増加と共に明確なピーク強度を示さず、破壊時のひずみが大きくなり、破壊形態が異なっている。

図-10 に一軸圧縮強さ  $q_{\text{max}}$  と  $R_c$  の関係を示す。再利用の処理土を混入すると  $R_c=0\%$  に比べ急激に強度が低下する傾向がある。これは  $R_c$  の増加により強度発現の要因である処理土比重が低下し、水セメント比が増加したためであると考えられる。さらに、 $R_c$  の増加に伴い、ブリーディング率は低下することから、比重が低下し、水セメント比が増加しても強度が低下量が鈍くなると考えられる。また 28 日養生では、再利用の処理土を混入することによって  $R_c=0\%$  に比べ、強度が大きくなる。これは養生の経過に伴い、循環処理土中に既存するセメントの固結効果が発現に寄与したためと考えられる。

4.まとめ 1) 処理土は砂分の増加に伴い、内部摩擦角は増加し、粘着力は低下する。しかし、養生日数の経過に伴って、固化材の固結効果により、流動化処理土の強度は粘着力成分の増加により、せん断強度が発現される事が示された。2) 処理土の循環利用する場合、固化した処理土を材料に用いると、比重が低下し、水セメント比が増加するため強度が低下した。しかし、養生日数の経過に伴い、強度は増加した。この事は、今後増加する処理土循環利用の可能性を示唆している。

参考文献 1) 中村ら (2001)：砂分を多く含む建設発生土を用いた流動化処理土のせん断特性、平成 12 年度土木学会西部支部研究発表会、投稿中

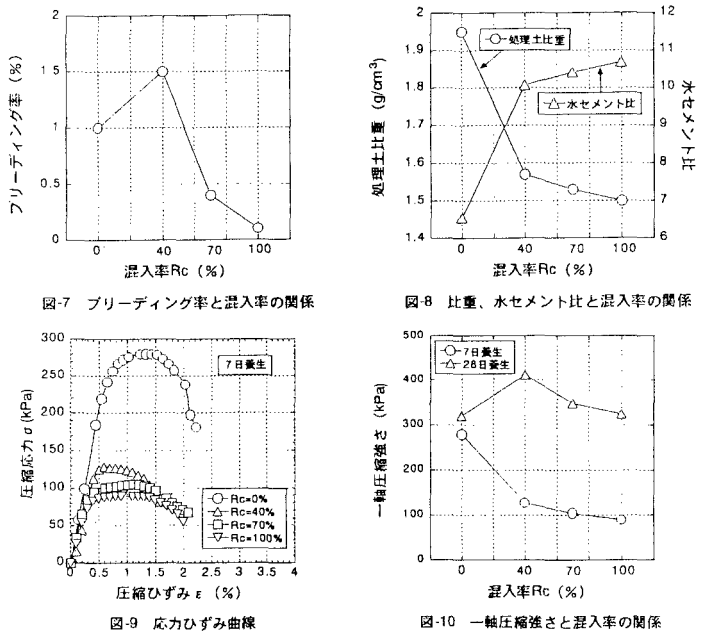


図-7 ブリーディング率と混入率の関係

図-8 比重、水セメント比と混入率の関係

図-9 応力ひずみ曲線

図-10 一軸圧縮強さと混入率の関係