

神戸大学工学部	学生会員○吉森久貴
神戸大学大学院	学生会員 柴田安彦
神戸大学工学部	正会員 加藤正司
(株)応用地質	正会員 野並 賢

1.はじめに 粗粒材料のせん断強度に及ぼす影響因子は幾つか指摘されている。しかし実務で供される原粒度試料には、これらの因子に影響を及ぼす砂粒子、細粒土が含まれており、現存の強度予測方法は適用できない。

そこで本研究では細粒土の増加と強度低下の関係を定量的に評価する方法の確立が必要であると考え、砂試料と粒径の小さいガラスビーズ試料を用い、三軸圧縮排水せん断試験により、実験的検討を行ったので報告する。

2. 試料及び試験方法 本研究で用いた試料について述べる。砂試料については、珪砂 1, 2 号（以下砂試料と呼ぶ）を用いた。また、砂試料に混合する細粒分としてガラスビーズ試料（以下 G B 試料と呼ぶ）を用いた。G B 試料を用いる理由として、供試体の作製が細粒土を用いる場合に比べて容易であり、さらに G B 試料が透水性に優れており、粗粒土のみを用いた場合のひずみ速度、試験方法で三軸圧縮排水せん断試験が可能である点が挙げられる。砂試料の乾燥密度は $\rho_s = 2.62 \text{ g/cm}^3$ 、G B 試料の乾燥密度は $\rho_s = 2.467 \text{ g/cm}^3$ である。本研究では砂試料と G B 試料を均一に混合する必要があるため、次の方法により供試体を作製した。投入する試料をあらかじめ 5 等分し、各層ごとにモールド内に湿らした砂試料を投入し、その上から G B 試料を投入して突き棒で突き固めた。この方法により、砂粒子の周りに G B 試料をメニスカスで付着させ、突固める際に突固め対象以下の層への影響を最小限に抑えることを目指した。供試体は直径 50mm、高さ 100mm である。また以下では G B の混入割合を砂試料の間隙に対する G B の体積比で表した。実験装置は標準型三軸試験装置を用いた。また実験は拘束圧 98 kPa、196 kPa、294 kPa で行い、せん断時のひずみ速度は 0.2%/min で、排水せん断試験を行った。

3. 実験結果及び考察 図-1 に側圧 98 kPa 時の応力ひずみ関係、図-2 に側圧 294 kPa 時の応力ひずみ関係を示す。図-1、2 の応力ひずみ関係を比較して、砂試料または砂試料に G B を混合したものは側圧依存性を示すが、G B のみの場合はは側圧依存性を示していないことが分かる。これは砂と G B の粒子形状の違いによるものと考えられる。砂試料は

表面に凹凸があり粒子間で摩擦力を発揮するが、G B の表面は滑らかであり、その影響は少ないと考えられる。また、砂試料に G B 試料が混入すると、G B 試料の増加に伴い強度が低下していることがわかる。これは、G B 試料が混入することにより、砂粒子間のかみ合わせを阻害し、すべりを引き起こしやすくなるためだと考えられる。また体積ひずみに関して、G B 混入割合が 0.1、0.3 の場合では、G B

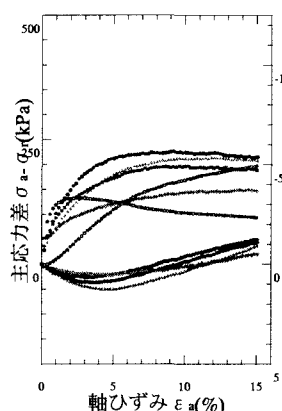


図-1 $\sigma_3=98(\text{kPa})$ 時の
応力～ひずみ関係

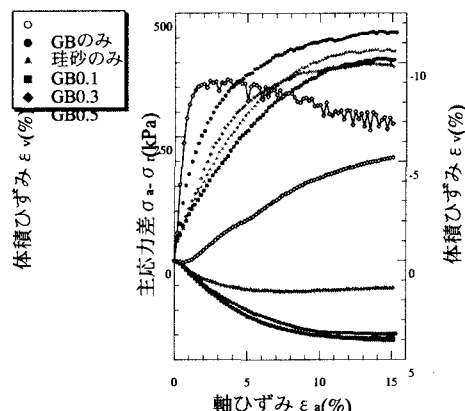


図-2 $\sigma_3=294(\text{kPa})$ 時の
応力～ひずみ関係

試料が増加するにつれ体積ひずみが膨脹側に生じるが、GB 混入割合が 0.5 に近づくと、そのような傾向が減少している。これは、混入割合が少ないうちは GB 試料が混入することにより砂粒子のすべりを引き起こし、膨脹傾向を増加させるが、GB 混入割合が大きくなると、今回の実験条件では、砂の量を変えずに GB 試料の量だけを変化させているため、間隙比が減少し、体積変化量が減少したのだと考えられる。図-3 に側圧 98(kPa)、196(kPa)のせん断抵抗係数と GB 混入割合の関係を示す。図-3 より、せん断抵抗係数は、側圧の増加および GB 混入割合の増加により減少し、GB 試料のみのせん断抵抗係数に近づくことがわかる。

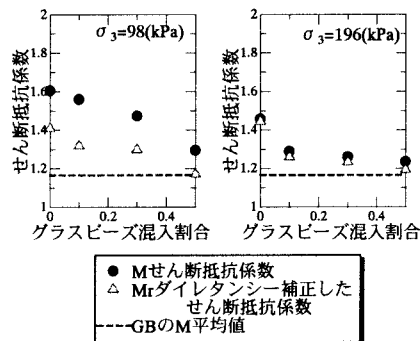


図-3 せん断抵抗係数と GB 混入割合の関係

図-4 に側圧 98(kPa)の時のストレスダイレタンシー関係を示す。図-4 より、先程と同じく GB 試料が増加すると縦軸切片、つまりダイレタンシー補正したせん断抵抗係数が減少することがわかる。また、GB 試料が増加すると、ストレスダイレタンシー線の傾きが大きくなっており、ダイレタンシー補正したせん断抵抗係数を算出する際のダイレタンシー係数の影響する割合が減少していることがわかる。図-5 に破壊時の主応力差～平均主応力の関係、図-6 にダイレタンシー補正した破壊時の主応力差～平均主応力の関係、図-7 にダイレタンシー係数と破壊時の平均主応力の関係を示す。図-5 において、珪砂のみの試料に GB 試料が混入していくと、GB 試料が増加していくにつれて強度が低下し、GB 試料の強度に近づいていることがわかる。この関係は過去に大嶺¹⁾が得た、珪砂と有明粘土を混合した中間土を用いた三軸圧縮試験結果と類似している。しかし、図-6 では、珪砂のみの試料に GB 試料が混入し強度が低下しても、そのまま GB 試料の強度に近づく傾向は見られず、GB 試料の強度だけが独立しているように見られる。また、図-7 に示す結果から、珪砂に GB 試料を混合してもダイレタンシー係数に大きな変化が見られないことが分かる。この結果に基づけば、図-6 において、仮に GB 混入割合をさらに増加させても、図-5 のような珪砂のみに GB を混合すると徐々に強度が低下し、GB の強度に近づくといった傾向は示さないということが予想される。

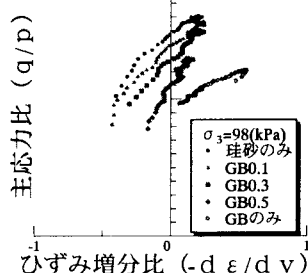


図-4 ストレスダイレタンシー関係

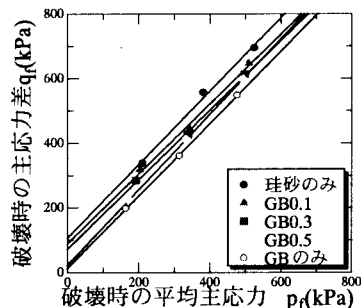


図-5 破壊時の平均主応力～主応力

参考文献 1) 大嶺聖：中間土の圧縮および強度特性に関する基礎的研究，九州大学大学学位論文，1997年

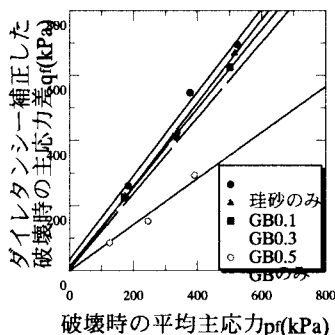


図-6 ダイレタンシー補正した破壊時の平均主応力～主応力差

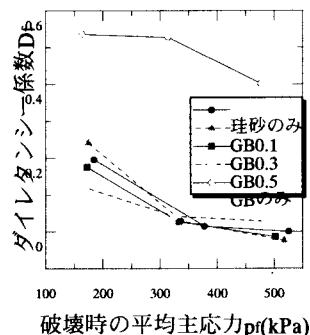


図-7 ダイレタンシー係数～破壊時の平均主応力