

Ⅲ - B226

セメント安定処理土の寸法効果に及ぼす砂分含有率の影響

九州大学大学院 学○林 規夫 正 落合 英俊
九州大学工学部 正 安福 規之 正 大嶺 聖

1.はじめに

一般に岩石などの脆性的な材料では物体の大きさにより強度が異なってくるという寸法効果が存在することが知られている。また、岩石と土質材料の中間的な性質を示すと考えられるセメント安定処理土でも寸法効果が存在することが著者らの研究により明らかにされた¹⁾。供試体中に貝殻などの不純物が混入してあるような供試体の強度は均質なもののより変動係数が大きくなるのであるが、均質な材料のなかに含有する不純物が供試体中のクラック(弱い部分)に相当し、材料の強度に影響を及ぼすと考えられる。本研究では砂分が貝殻などの不純物と同様な影響を与えるのではないかと考え、カオリンに所定の量の豊浦砂を混合し、セメント安定処理を施した供試体を用いて圧裂引張試験を実施し、砂が混合されることによる強度のばらつきへの影響について検討した。

2.セメント安定処理土の圧裂引張試験

試料は含水比100%のスラリー状に調整したカオリンに所定の豊浦砂を混合し、さらにセメント添加量が300kg/m³となるように普通ポルトランドセメントを水セメント比1.0で混合して作製した。その後20℃に保たれた恒温装置内で一週間養生した後、圧裂引張試験を実施した。なお、供試体の形状は直径d=2.0, 4.0, 8.3, 15.0, 30.0 mmの円柱型であり、豊浦砂の混合率は0, 30, 50%の3種類である。なお、セメント添加量とは供試体のカオリン粘土のみに対するものであり、砂分混合率は供試体の全体に占める豊浦砂の体積の割合である。

3.最弱リンク説に基づく寸法効果

物体の強度は精度良く実験を行ってもばらつくものであり、本質的に確率的な要素を含んでいると考えられる。この原因の一つに物体中に存在するクラックが挙げられる。つまり、クラックの大きさおよび形などによりその強度が変化するために物体の強度が変動するのである。

本研究ではこのクラックに着目し、クラックが単位体積中の数は等しく、また、その強度がワイブル分布に従うと仮定した。さらに、強度は最も弱いクラックにより決定されると言う最弱リンク説を適用し寸法効果の評価式を導いた。強度の確率密度関数は次の式で仮定する¹⁾。

$$f(x) = \frac{\beta}{\alpha} \left(\frac{v}{v_0} \right) \left(\frac{x - x_L}{\alpha} \right)^{\beta-1} \exp \left\{ - \left(\frac{v}{v_0} \right) \left(\frac{x - x_L}{\alpha} \right)^{\beta} \right\} \quad (1)$$

α, β : 試料により決まるパラメータ¹⁾ v, v_0 : 供試体の体積(添字0は規準とする供試体) x_L : 最低値強度¹⁾

任意の直径dに対する平均強度をs(d)とすると式(1)より寸法効果の評価式は以下のように導かれる¹⁾。

$$s(d) = \frac{\alpha \ln 2.0\beta \left(\frac{d}{d_0} \right)^{-\frac{3}{\beta}} + x_L}{\alpha \ln 2.0\beta + x_L} S_0 \quad (2)$$

図1-(a)はセメント添加量300kg/m³、砂分混合率0%における各直径の応力-圧縮率の関係を示した図である。図より分かるように直径が大きくなるにつれてより少ない圧縮率で破壊に至っていることは明確である。これは大きな直径の供試体ほど数多くのクラックを含むために、物体の強度に関係する最弱クラックの強

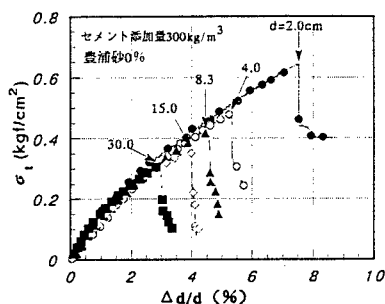


図1 (a) 応力-圧縮率曲線(直径による影響)

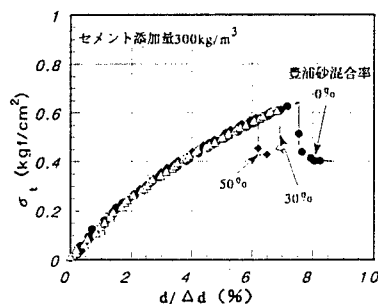


図1 (b) 応力-圧縮率曲線(砂分混合率による影響)

寸法効果,セメント安定処理土,クラック,砂分含有率,最弱リンク説

〒812 福岡市東区箱崎6丁目6-10-1 TEL092-642-3286 FAX092-642-3285

度は小さくなるためであり、最弱リンク説の有用性を証明しているといえる。また、各直径ともに破壊に起因している最弱クラックが存在しなければ各直径の応力-圧縮率曲線はすべて同じ経路を辿ると考えられる。図-1-(b)は直径2cm、セメント添加量300kg/m³における各砂分混合率の応力-圧縮率の関係を示したものである。今回用いた供試体は全体の体積に対するセメント添加量ではないので、砂を多く含む方が強度が弱くなるということではない。ここで注目したい点は砂を含む応力-圧縮率曲線では、それぞればらつきは見られるのであるが、各混合率において概ね同じ経路を辿っていることである。

4. 寸法効果の評価式の検証

図-2は規準とする直径2cmの各砂分混合率の変動係数を示した図である。混合率が大きい供試体ほど変動係数が大きくなる傾向がみられる。これより砂を混合することによりクラックの形状や大きさに影響を与え、強度のばらつきが変化していくことがわかる。また、砂分混合率0%の各セメント添加量における変動係数を併せて示している。セメント添加量が増加しても変動係数はほぼ一定の値であることが図より分かる。これより砂分混合率がそれぞれ異なりセメント量が増加しても、供試体はすべての混合率において粘土が骨格を形成していると考えられるため²⁾、強度の変動係数の違いは砂分混合率が大きく影響していると考えられる。規準とする供試体の実験結果より求めた式(1)のパラメータを表-1に示す。また、これらを代入して求められる強度の確率密度関数 $f(x)$ の有用性を確かめるために図-4を示す。この図は規準とする直径2cmの供試体の強度のヒストグラム、および式(1)を併せて示している。砂を混合している強度のばらつきを式(1)は精度良く表わしていることがわかる。また、本文には砂分混合率0%の図は示していないが各混合率ともに、実験より得られた強度の最大値はほぼ等しいが砂分混合率が増加するにつれて最小値強度が減少していくことがわかった。これは図-1で述べた最弱クラックが存在しなければ同じ応力-圧縮率曲線を辿るということからも理解できる。図-4は各混合率の寸法効果の程度を示した図であり、実験値と式(2)より得られる計算値を比較した図である。これより、砂を混合した供試体についても寸法効果は存在することがわかる。また、図-3と同様に式(2)は実験結果を表わしている。

5. 結論

- 1) 砂分混合率が大きくなるにつれて強度のばらつきは増加する。
- 2) 最弱リンク説を用いた寸法効果の評価式は砂を混合した供試体において寸法効果の程度を定量的に表わすことができる。

【参考文献】 1) 林他：セメント安定処理土の寸法効果の評価式に関する一考察，第32回地盤工学研究発表会（投稿中）。 2) 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，九州大学工学部学位論文

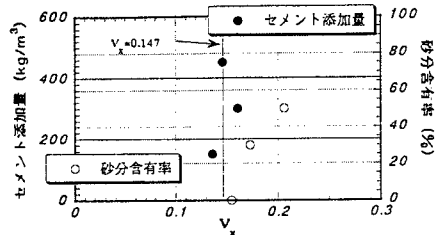


図-2 変動係数と砂分混合率およびセメント添加量の関係

表-1 パラメーター一覧

試験	圧裂引張		
セメント量(kg/m ³)	300		
豊浦砂混合率(%)	0	30	50
平均強度(kgf/cm ²)	0.646	0.615	0.550
Vx	0.155	0.173	0.206
β	6.1	6.4	5.2
α (kgf/cm ²)	0.525	0.457	0.405
x_0 (kgf/cm ²)	0.159	0.189	0.177

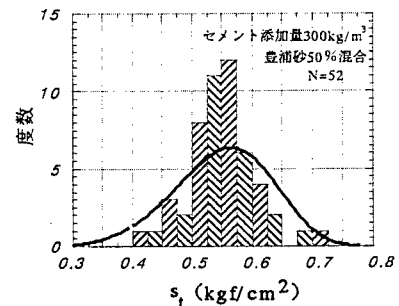
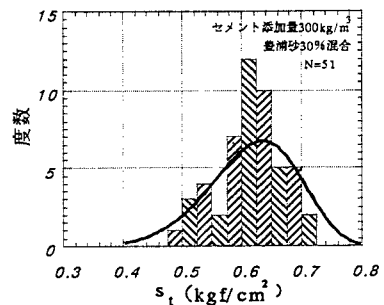


図-3 強度のヒストグラム

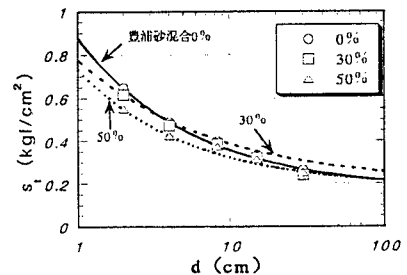


図-4 圧裂引張強度の実験値と計算値の比較