

セメント安定処理土の圧裂引張強度に及ぼす供試体寸法の影響

九州大学工学部 学○林 規夫 正 落合 英俊
正 安福 規之 正 大嶺 聖

1 始めに

コンクリートや岩石などの強度に及ぼす寸法効果については多くの研究が行われており、確率論を用いてその定量的評価がなされている。しかしながら、セメント安定処理土の強度に及ぼす寸法効果については十分には明らかにされていない。本研究ではセメント安定処理土の供試体中に欠陥（本文中ではクラックと呼ぶことにする）が存在し、それが強度を支配すると考えて、最弱リンクモデルを適用し、供試体の寸法効果の評価を行う。さらに、圧裂引張強度の計算結果と実験結果を比較しその適用性を検討し、安定処理土の強度に及ぼす寸法効果の程度を考察する。

2 供試体作製方法及び実験方法

試料は含水比100%のスラリー状に調整したカオリンにセメント添加量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、供試体は直径d=2.0、4.0、8.3、15.0、30.0cm 幅b=d/2の円柱型であり、状供試体を作製し恒温装置内で一週間養生させた。また載荷方法として硬い供試体の場合、載荷面に分布板をはさむ間接圧裂試験が採用されているが、セメント安定処理土のような軟らかい供試体の場合、分布板と供試体間の摩擦による影響が大きいことを考慮して分布板を用いない直接圧裂試験を実施した¹⁾。

3 最弱リンクモデルによる寸法効果の評価

ある物体の強度を測定した場合、その測定値はある範囲内でバラつくが、このようなことが起る原因の一つにクラックの存在が挙げられる。即ちクラックの大きさや向きなどにより強度は決して一定の値を示さず本質的に確率的な量となり物体の強度のシステムをクラックを用いて考えると物体内の最も弱いクラックにより物体の強度が決定される。このような考え方を最弱リンク説と言う²⁾。また単位体積中のクラックの数は等しくまたクラックが物体内に確率分布をしていると仮定すると大きな物体は小さな物体と比較して、より多くのクラックを含み、弱いクラックを含む確率も大きいと言える。従って大きな物体の方が小さな物体より強度が弱くなると言える。

強度のバラつきがワイブル分布に従うと仮定すると、このときの強度のバラつきを表す確率密度関数は式(1)で表される³⁾。

$$g_n(x) = n\alpha x^{m-1} \exp(-n\alpha x^m) \quad (1)$$

n : クラック数 m, α : 試料により決まる定数

式(1)よりある直径を持つ供試体の強度の確率密度関数がピークを示すときの強度 s は式(2)で表される。

$$s = \frac{1}{(n\alpha)^{\frac{1}{m}}} (1 - \frac{1}{n})^{\frac{1}{m}} \quad (2)$$

先に述べたように単位体積中に含まれるクラック数が一定であると仮定すると全般的にクラック数 n と体積 V が比例するので、基準となる供試体の体積を V_0 クラック数を n_0 とすると、 $n = (V/V_0) n_0$ が成り立つ。よって式(2)から基準となる直径 d_0 の強度 s_0 を用いた場合の、供試体の寸法効果を表す式は以下のように得られる。

$$s_m = \left(\frac{V_0}{V}\right)^{\frac{1}{m}} s_0 = \left(\frac{d_0}{d}\right)^{\frac{3}{m}} s_0 \quad (3)$$

従ってある直径の確率密度関数を明らかにすることにより、寸法の異なる供試体の強度が求められる。

4 試験結果及び考察

表1は今回の実験のデータをまとめたものである。供試体の直径が大きくなるほど、平均強度および分散が減少しているのが良くわかる。図1は各直径の引張応力 σ_t と圧縮率 $\Delta d/d$ の関係を表した曲線である。各直径とも初期の

立ち上がりはほぼ同じであるが、大きな直径の供試体は小さな供試体に比べて小さな圧縮率で破壊していることがわかる。図-2は $d=2.0\text{cm}$ における圧裂引張強度のヒストグラムであり、この図より強度のバラつきを表わす確率密度関数を求める。ワイブル分布ではデータ数が増えると $g_n(x)$ のピーク時の σ_{tp} と平均強度 σ_t が近づいていくために、ここでは $\sigma_{tp} \approx \sigma_t$ とみなす。さらに図-2に示すように最適な確率密度関数を求めたところ $m=7.1$ となった。この m はワイブルの均一性係数でありこの値が小さい程バラつきが大きいことを意味する。コンクリートの圧縮試験による m は23~25であり、これと比べるとその値は小さくなっている。この m を式(3)に代入し求めた強度と実験より得られた平均強度を比較したグラフが図-3である。計算値と実験値はほぼ同じ値を示しており、これよりある直径の強度の確率密度関数を求めることにより直径の異なる供試体の強度を求められること、さらにセメント安定処理土の強度のバラつきはほぼワイブル分布に従うことがわかった。

表-1 実験データ一覧

直径 (cm)	強度の平均値 (kg/cm ²)	分数	データ数
2.0	0.646	0.03403	55
4.0	0.489	0.02923	36
6.3	0.398	0.02369	20
15.0	0.319	0.01794	8
30.0	0.263	0.01417	5

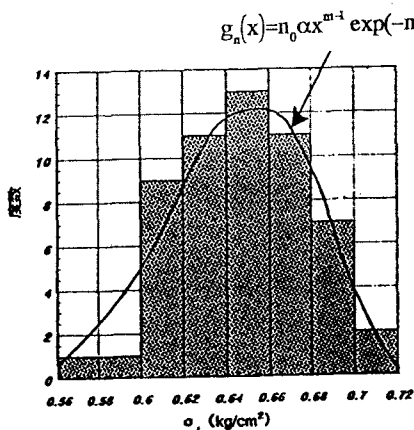


図-2 σ_t のヒストグラム ($d=2.0\text{cm}$)

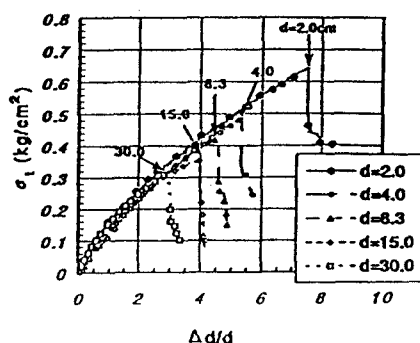


図-1 各直径における $\sigma_t \Delta d/d$ 曲線

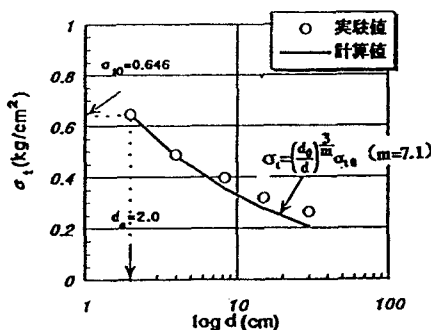


図-3 実験値と計算値との比較

5) まとめ

- 1) セメント安定処理土の圧裂引張強度は供試体の寸法が大きくなるほど減少し、かなりの寸法効果が認められる。
- 2) セメント安定処理土の寸法効果は、最弱リンクモデルを用いてほぼ表わすことができる。
今後はセメント量を変化させた場合のセメント安定処理土の寸法効果についても検討する予定である。

- 参考文献
- 1) 町田 Studies On Tests For Splitting Tensile Strength Of Concrete
Proc. Of JSCE, No. 242, Oct, 1975
 - 2) 岩石力学入門 東京大学出版会 山口 梅太郎、西松 裕一 著
 - 3) Weibull A Statistical Distribution Function Of wide Applicability