

III-B 226 セメント安定処理土の圧裂引張強度における寸法効果

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 はじめに

一般に物体には、大きさにより強度が異なる寸法効果が存在し、室内試験による強度と実際の強度は異なると考えられる。よって、室内試験による強度から実際の強度を求める寸法効果の評価式が必要であると考え。本研究ではカオリンにセメント安定処理を施したものを供試体として用い、供試体中にクラックが存在し、それが強度を支配すると考えて、最弱リンク説を適用し、供試体の寸法効果の評価を行う。さらに、セメント量を変化させ圧裂引張強度の計算結果と実験結果をそれぞれ比較しその適用性を検討する。

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をそれぞれ150、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 $d=2.0, 4.0, 8.3, 15.0, 30.0$ cm 幅 $b=d/2$ の円柱型であり、作製後は恒温装置内で一週間養生させた。

3 最弱リンク説に基づく寸法効果の評価

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こ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。すなわちこれが寸法効果である。

強度のバラつきがワイブル分布に従うと仮定し、強度のバラつきを表す確率密度関数 $f(x)$ が導かれる¹⁾。ワイブル分布はデータ数が多くなるにつれて正規分布に近づくため、ピークを示すときの強度を s とすると、 $df(s)/dx = 0$ が成り立つと仮定すると、平均強度 s の式は次の式のように表わされる。

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

d, d_0 : 供試体の直径、および規準とする直径 m : ワイブルの均一性係数

V, s : 供試体の体積、および平均強度 V_0, s_0 : 規準とする直径の体積および平均強度

また、 s^2 と Var には一般に比例関係が認められるため²⁾、規準とする直径の分散を Var_0 とすると、この場合次の式が成り立つ。

$$\text{Var} = \left(\frac{d}{d_0} \right)^{-\frac{6}{m}} \text{Var}_0 \quad (2)$$

さらに、変動係数 V_x と m の間には以下の様な関係が成立する。

$$1 + V_x^2 = \frac{\Gamma(1 + \frac{2}{m})}{\Gamma^2(1 + \frac{1}{m})} \quad (3)$$

Γ : ガンマ関数

上式より均一性係数 m を求めることができる。

4 寸法効果の評価式の検証

図-1は各直径の引張応力と圧縮率の関係を示した図である。直径が大きくなるほど小さい圧縮率で破壊しており、また同じ圧縮率での各直径の引張応力は一致している。これは直径が大

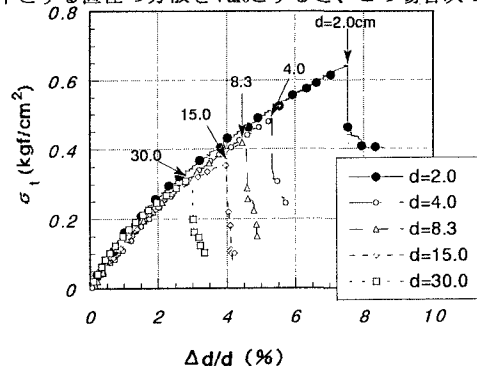


図-1 圧裂引張応力と圧縮率の関係
(セメント添加量300kg/m³)

きいもののほど弱いクラックを含んでいる確率が大きいためであり、この最弱クラックが存在しなければその先、同じ挙動を示すと思われる。これは最弱リンク説に基づく仮定が成立していることを表していると考えられる。なおセメント添加量 150kg/m^3 においても同様の結果が得られた。

圧裂引張試験結果より、平均強度および分散が供試体の直径が大きくなるにつれて減少していることがわかる。試験結果を表-1に示す。

図-2は $d=2.0\text{cm}$ の強度のヒストグラムである。また、実験より得られた $d=2.0\text{cm}$ の変動係数を式(3)に代入し均一性係数 m を求めたところ、セメント添加量 300kg/m^3 では $m=8.1$ 、 150kg/m^3 では $m=8.6$ となった。

次に $d=2.0\text{cm}$ の供試体のデータを規準値として、式(1)、(2)に均一性係数 m および規準値のデータを代入し分散と平均強度の計算値を算出した。分散の計算値と実験値を比較したものが図-3である。実験より得られた分散は直径が大きくなるにつれて分散が小さくなるという計算値の傾向を示している。さらに平均強度について計算値と実験値を比較したものが図-4である。計算値と実験値はほぼ一致しており、計算値は寸法効果の程度をよく表わしている。

表-1 試験結果一覧

セメント量 (kgf/m^3)	直径 (cm)	データ数	平均強度 (kgf/cm^2)	分散 ($(\text{kgf/cm}^2)^2$)
300	2	77	0.645	0.0108
	4	36	0.489	0.00796
	8.3	20	0.398	0.00523
	15	8	0.319	0.00299
	30	5	0.263	0.00202
150	2	55	0.268	0.001
	4	28	0.17	0.00159
	8.3	15	0.129	0.000871
	15	7	0.114	0.000973
	30	4	0.108	0.000724

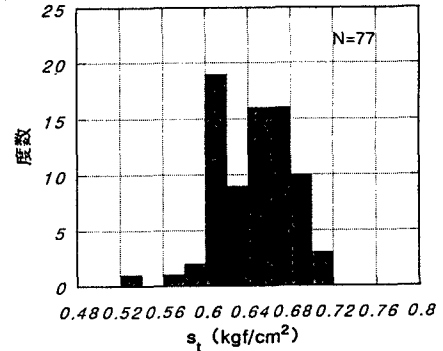
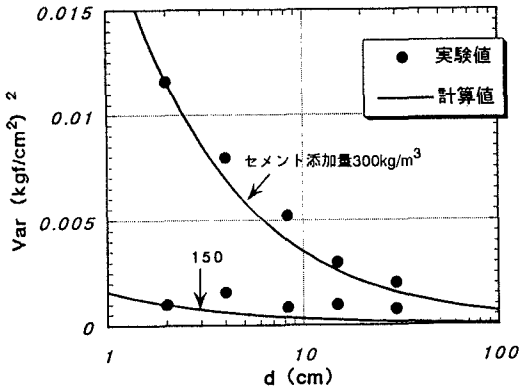
図-2 圧裂引張強度のヒストグラム
(セメント添加量 300kg/m^3)

図-3 分散の計算値と実験値の比較

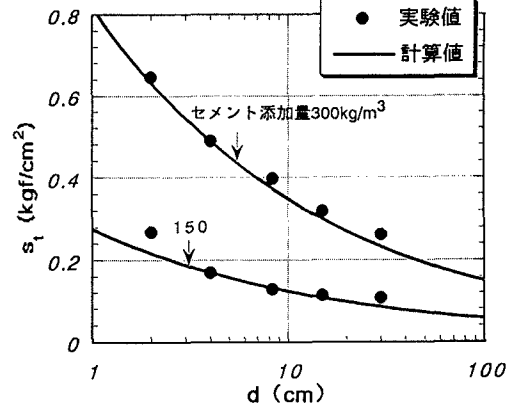


図-4 圧裂引張強度の計算値と実験値の比較

5 まとめ

- 1) セメント安定処理土の圧裂引張強度は、寸法効果の影響を大きく受ける。
- 2) セメント安定処理土の寸法効果は最弱リンク説に基づく評価式によりほぼ表すことができる。
- 3) 規準となる直径のデータから均一性係数 m を求め、直径の異なる供試体の強度、分散を求めることができる。

[参考文献] 1) 林 規夫ら : 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, 平成7年度土木学会西部支部研究発表会, pp.668~669. 2) 山口 梅太郎, 西松 裕一 : 岩石力学入門, 東京大学出版会, pp.96~102.