

コンクリート厚肉円筒の内圧破壊に関する実験的研究

長崎大学 工学部 ○正会員 原田哲夫 浜田 稔 金武寛文
九州工業大学 工学部 正会員 渡辺 明

1. まえがき

最近、膨張剤系の静的破砕剤を用いた無公害解体工法が実用化されつつある。この破砕剤を用いて破砕設計と行なうにあたり、膨張圧特性をさることながら、被破砕体の破壊時圧力、破壊機構を十分把握する必要がある。破壊時圧力の測定には、現在のところ直接その圧力を測定することがむずかしく、供試体の破壊時間と鋼管に貼付した歪ゲージより間接的に推定する方法が用いられている。そこで、上記方法に比べより直接的な破壊圧力測定法として、破砕剤と油圧におきかえた「油圧式内圧試験装置」と試作し、円筒供試体を用いて実験的に検討を行なった。以下、その概要について述べる。

2. 実験概要

① 供試体 外径(7.5, 10, 15, 20, 30cm)及び内径(φ6, φ9, 15, 22, 26, 32cm)と種々変化させた中空円筒供試体とコンクリート、モルタル、セメントペーストにより作製した。配合及び諸強度をそれぞれ表1、表2に示す。また、圧油の供試体内への浸透防止のために、内周、端面に種々の被覆を試みた。

② 油圧式内圧試験装置 図1に概略を示す。加圧には手動式油圧ポンプを用い、その時の圧力は歪ゲージ式圧力変換器及びブルドン管式圧力計で検出している。また、供試体との油もれはオリングをはめ込んだ厚板を上下にボルト・ナットで締めつけることにより防止している。なお、締めつけ力は、ボルトに貼付した歪ゲージより一定となるよう注意を払った。

3. 実験結果及び考察

① 被覆方法及び結果 静的破砕剤を用いた場合の破壊内圧と対比するには、圧油の供試体内への浸透を防止することが重要となる。このためには、施工性と実験精度上最適と思われる被覆方法で実験を行なう必要がある。そこで、①マイクログリスクリンワックス、②塩化ビニール系チューブ、③ブチルゴム系接着テープ(VMテープ)及び上記材料の組合せによる被覆を試みた。破壊後断面とカット、観察した結果、③と①の組合せにおいては写真1に示すように圧油の浸透によると考えられる破壊は観察されず、被覆は良好であると思われる。よって今回はこの方法を採用し、実験を行なった。しかし、上記被覆方法で圧油浸透の危険がないわけではなく、各種接着剤を用いるなど現在も最適の被覆法を模索中である。

写真2は、被覆を全くしない供試体である。油のにじんだ状態より、圧油の浸透による破壊であることがわかる。

表1 配合表

	W/C	s/a	単位量 (kg/m ³)			
			W	C	S	G
コンクリート	50	43	176	352	737	1026
モルタル A	50	—	254	507	1521	—
モルタル B	50	—	254	507	海砂 砂 760 761	—
セメントペースト	32	—	503	1572	—	—

表2 諸強度及び弾性係数 (kg/cm²)

	圧縮強度	引張強度	弾性係数
コンクリート	396	29.0	3.61×10^5
モルタル A	382~419	22.7~27.6	$2.68 \sim 3.08 \times 10^5$
モルタル B	385~474	30.0~31.7	$2.81 \sim 3.25 \times 10^5$
セメントペースト	572	30.6	—

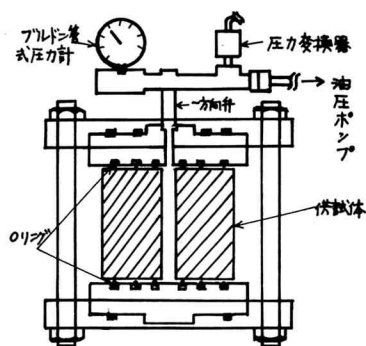


図1 試験装置略図

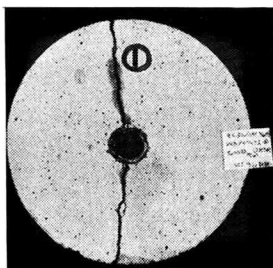


写真 1

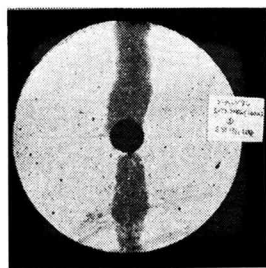


写真 2

次に、被覆の有無による破壊内圧の違いを表3に示す。被覆なしの場合には有に比べ、平均値で約3割低い。それにも拘らず、内周応力は割裂引張強度の約3倍となっている。

表3 被覆の有無と破壊内圧 (kg/cm²)

被覆方法	VM7-70 ワックス	無	備考
破壊 内圧 (kg/cm ²)	1	119.8	73.3 外径15cm
	2	87.5	73.0 内径2.2cm
	3	95.0	76.0 高さ15cm
	4	86.8	63.0 $\sigma_t = 25.7$
平均	97.3	71.3	$k_0 + 1$ $\sigma_s = k_0 - 1$ Du
σ_s	101.6	74.4	

b) $P_{0.05} \sim R_0$ 曲線 縦軸は破壊内圧と割裂引張強度の比 $P_{0.05}/\sigma_t$ 、横軸には外径比 R_0 をパラメータとして、高さ15cmの供試体各3本ずつの平均値をプロットしたのが図2である。一方、佐藤氏^(*)によれば、脆性材

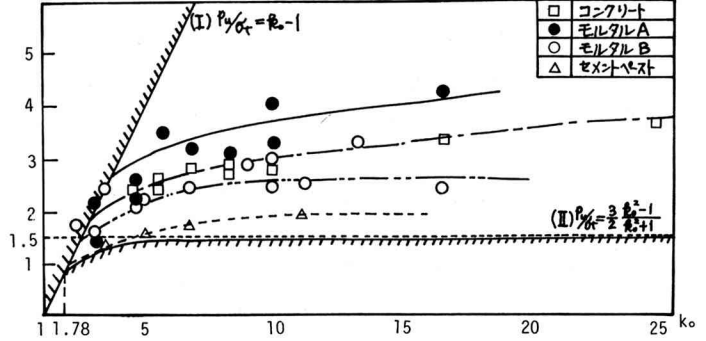


図2 $P_{0.05}/\sigma_t \sim R_0$ 曲線

料の破壊には応力分布と延性の影響により、2種類の形式があり、図2(I)(II)はその限界を与える曲線である。従ってすべての材料の内圧破壊は、この2曲線で囲まれる領域内に存在し、「延性」の影響が大きくなれば(I)に、より脆性的になれば(II)に漸近する。さて、図2によればセメントペーストでは R_0 の小さいうちから(II)に近づいている。コンクリート、モルタルでは $R_0 \approx 3$ までは

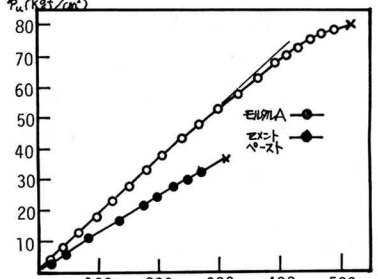


図3 内圧と内周歪の関係

c) 内周歪 円筒の内側内周方向に歪ゲージを貼付し、破壊までの挙動を調べた。1例を図3に示す。モルタル、セメントペーストとも破壊までほぼ直線的に歪がのびており、通常いわれている伸び能力の約2〜3倍と大きい。

表4 軸長比及び寸法効果

d) 軸長比の影響及び寸法効果 表4にモルタルAについて行った結果を示す。軸長比が小さくなれば、若干破壊内圧が高めに出る傾向がある。また同一 R_0 でも、供試体寸法が小さくなると、破壊内圧が約1.3倍高くなり、寸法効果の影響が認められる。

外径 d_2 cm	7.5	15	10	20	15				
内径 d_1 cm	0.9	1.8	0.9	1.8	2.2				
R_0 (d_2/d_1)	8.33		11.11		6.82				
高さ H cm	7.5	15	10	15	15	10	7.5		
軸長比 H/R_0	1.0	1.0	0.67	1.5	0.75	1	0.67	0.5	
破壊内圧 $P_{0.05}$ (kg/cm ²)	1	124.1	81.0	119.1	92.3	107.1	119.8	112.6	88.0
	2	123.6	85.3	120.1	115.3	123.3	87.5	-	93.8
	3	161.1	83.0	-	94.8	93.5	95.0	116.3	115.6
	4	-	-	-	-	-	86.8	-	-
平均	136.2	83.1	119.6	100.8	108.0	97.3	114.5	99.1	-
引張強度	26.6					25.7			

e) 破壊機構 油圧による破壊は、写真1に示すように断面を2分割する破壊であるのに対し、破砕剤を用いた場合は写真3のようにほぼ120°と形成する破壊モードとなる。これは①の破壊発生後も持続作用する内圧で生じる最大曲げモーメントの位置は180°となるが、弾性係数をもった破砕剤が充填されているため、120°方向にその位置がずれたためと考えられる。なお①の破壊は、破砕剤、油圧のどちらの場合も円筒の中心軸を含む縦断面で起っているのど、内周応力で誘起されたことがわかる。

今後、最適な被覆方法により実験的検討を重ねるとともに、理論式の確立を図る予定である。終りに、有益御助言を戴いた九工大、出光先生に深謝致します。

(参考文献^(*)) 佐藤 他2名「せいの生材料がなる円筒の内圧破壊に及ぼす延性の影響」機械学会論集(A編) S54.3

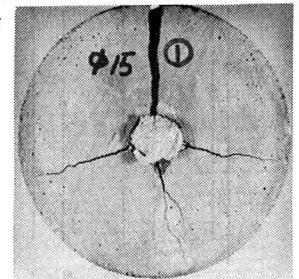


写真 3