

五洋建設(株) 正会員 草野 守夫
 同上 正会員 ○ 小堀 光憲
 同上 正会員 山本 徹

1 まえがき

膨張剤系の破砕剤を用いた静的破砕工法は、岩石やコンクリート構造物等を無騒音、無振動で破砕・解体することができるので、特に最近都市土木、建築工事等において注目を集めている。従来、この工法に用いられる破砕剤のほとんどは、充填直後から膨張圧が発現する速効性のものである。最近、繊維の破砕剤が開発され、この種のタイプの使用によって、場所打杭等の杭頭処理工程の簡略化を図れることが可能になった。この工法は、前もって破砕予定位置に破砕剤を詰めた充填管を鉄筋カゴにセットして建込み、2～3日の若枚令でコンクリートに破砕させるものである。(以下、先詰工法という)この先詰工法に関する破砕計画、設計を行うには、破砕の主体となる膨張圧の特性、被破砕体のひびわれ発生時に働く膨張圧およびひびわれ発生機構等を明らかにする必要がある。

我々は今回、先詰工法によってコンクリート若枚令時に破砕する際的设计資料を得るため、ひびわれの方向づけの方法とひびわれの発生機構を明らかにすることを主眼において実験を行ったので以下その概要を述べる。

2 実験概要

実験に先立ち、若枚令コンクリートの圧縮強度、ヤング率、引張強度等の力学特性を把握するため表-1に示す配合によって、材令6日、1、2、37 dayで力学試験を行った。また、繊維の破砕剤の膨張圧特性を知るため表-2に示す諸条件で最高7日間まで測定を行った。このときの供試体はコンクリート打設後約5日で成型し、温度変化の少ない部屋の空气中に放置した。

破砕実験に用いたコンクリートは表-1に示した配合と同一で、供試体寸法は中150%×300%である。また、実験の主要因子は表-3に示す。切り欠き、ガイド板等も実施したが内容は省く。破砕剤は混練水比を0.3と一定にし、コンクリート打設直後に、予めセットして置いた充填管(スパイラルシース管)に注入した。ひびわれ発生時期の判定は、供試体中央部の外周辺に貼付したひずみゲージの挙動と目視観察により行った。

3 実験結果と考察

3-1、若枚令コンクリートの引張強度と破砕剤の膨張圧特性

本実験に用いたコンクリートの若枚令の割裂引張強度は、対数回帰式 $f_t = 16.2 \log M - 38.1$ で表わされる。(M: 積算温度)次に膨張圧特性として、混練水比を変えた場合の結果を図-1に示す。水比を小さくすれば膨張圧は増大傾向にある。特に27.5と30%の間に急激な変化が見られる。これは、膨張圧の鉛直方向分布の差異に

表-1 配合表

粗骨材 最大寸法 (%)	スランプ (mm)	空気量 (%)	水セメント 比 W/C (%)	細骨材率 S/a (%)	単 位 量 (kgf/m ³)			
					水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G
20	18	2	55	46	207.0	376.0	788.6	928.4

表-2 膨張圧測定実験の諸条件

供試体寸法 (%)		φ150×300 コンクリート打設後5hrで脱型		
充填管諸元 (%)	径	φ16	φ20	φ26
	肉厚	0.8	1.18	2.03
	その他	材質: 炭素鋼管 長さ: L=300		
破砕剤水比 (%)		25, 27.5, 30, 32.5 コンクリート打設直後に充填		
割点 ヶ所	ひずみ ゲージ	5段2方向で中央部のみ4方向に設置、計12ヶ		
	温度 ゲージ	充填管表面鉛直方向に5ヶ、 コンクリート断面中央1ヶ、 周囲1ヶ		

表-3 破砕実験の主要因子

	水 準		
	第一	第二	第三
破砕剤充填管 直径(スパイラルシース)	16%	20%	26%
同上・形状	円形	楕円形 (半径比1:2)	
空スパイラル シース管形状	円形	楕円形	なし

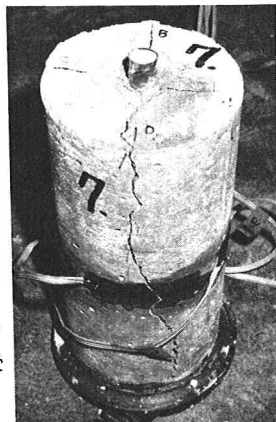


写真-1

起因する。すなわち、中央部の値で代表させていること
 破砕剤自体の粉末粒径が大きいこととが相まって、ある
 限界以上の水比では粒子が沈降したためと考えられる。
 膨張圧の発現時期は、約24hr後から始まり、その後長
 期に亘って漸増するという緩性的効果が顕著に現われて
 いる。一方、図には示していないが、管径の変化による
 膨張圧の差異はほとんどないと言える。

3-2 破砕実験

結果の一例を図-1、2に示す。ひびわれの方向づけに関しては次のようなことが明らかになった。①充填管
 形状を楕円にすると、応力集中によってひびわれ発生時期が早まりかつ方向づけが容易になる。②空シース管の
 配置はひびわれ発生時期を早めるのに若干優位に働くが、方向づけには支配的要因にならない。③緩衝材を挿入
 すれば、ひびわれ発生時期を調整することができる。

一方、静的破砕剤を用いてコンクリートを破砕する
 場合の破砕機構については、脆性的な進行性破壊と厚
 肉内筒に働く平均応力的な考え方が等がある。

渡辺等は、孔周辺のコンクリートは拘束されている
 ため引張強度以上の応力が作用してもひびわれは発生
 せず、厚肉内筒に働く平均引張応力がある限界に達し
 たときひびわれが発生すると考えた。この考え方に基
 づき、今回の実験結果のひびわれ発生時の平均引張応
 力と引張強度比 $\bar{\sigma}/\sigma_t$ と外内径比 k との関係を探ると
 図-2になる。実験ケースが少なく、バラツキもある

が、 $\bar{\sigma}/\sigma_t$ と k との関係は、円形の場合 $\bar{\sigma}/\sigma_t = 0.068k$ 、楕円形の場合 $\bar{\sigma}/\sigma_t = 0.031k$ と近似することができる。楕円
 の場合の $\bar{\sigma}/\sigma_t$ が円形に比べて約半分になっているのは、計算の便宜上等価円と仮定して平均応力を算出して
 いるためで、実際の応力を過少評価していることに起因する。この応力集中を正當に評価するためFEM解析によ
 って円形と楕円形（長短軸半径比2:1）の場合について比較検討した結果、内圧 $P=100$ MPaを作用させたときの最
 大主応力比は $55\text{MPa}/108\text{MPa} \approx 1/2$ になり、計算結果と実験結果はよく一致する。したがって、楕円形のひびわれ発生
 の見掛上の限界条件 $\bar{\sigma}/\sigma_t = 0.031k$ は、円形の場合の $0.068k$ にシフトして考えることができる。

4 結論

以上の検討結果より次のようなことが結論づけられる。①先詰剤を用いて若枚令コ
 ンクリートを破砕する場合、外内径比 $k \approx 4 \sim 10$ の範囲内でひびわれ発生限界条件
 は $\bar{\sigma}/\sigma_t \approx 0.07k$ と表わされる。②またこの値が、硬化コンクリートに対する渡辺等の実
 験式 $0.05k$ より若干大き目になっているのは、若枚令のクリープ変形による応力緩和
 に起因すると推察される。③充填管を楕円形にすると、長軸半径方向に応力集中が起
 こり、その集中度合はFEM解析で求めた最大応力比によって予測することができる。
 ④またこのときに働く引張応力は、等価円と仮定して厚肉内筒理論で算出してから
 長短軸半径比と集中度合との関係図表を用い、修正することによって求めること
 ができる。

参考文献、1)渡辺、後藤；静的破砕剤によるコンクリート構造物の解体に関する研究

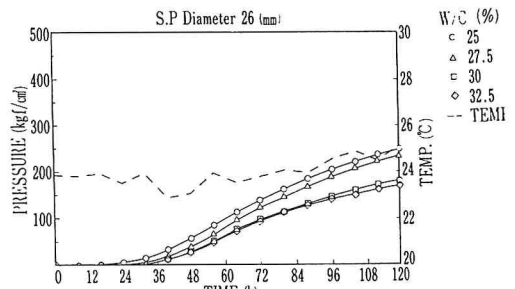


図-1 膨張圧特性

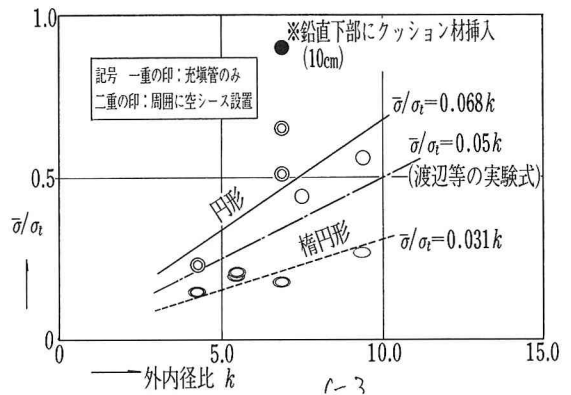


図-2 $\bar{\sigma}/\sigma_t$ と k との関係

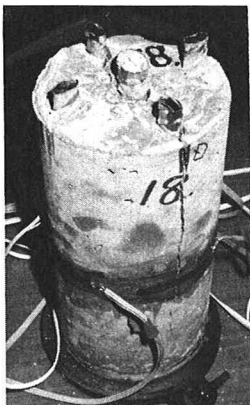


写真-2