

九州工業大学 正員 渡辺 明
九州工業大学 学生員 後藤 司
九州工業大学 学生員 橋本 親典

1. まえがき

居住性の悪化、交通客量の機能が限界に達したため、また都市再開発などのためにコンクリート構造物は、改築されるケースが多くなっている。現在、多くの解体工法が提案されているがその安全性、騒音、振動、経済性、施工性などが問題となっている。特に市街地における解体工法として合理的な工法となっていないものが多い。このような社会的要求に答える解体工法として静的破砕剤（膨張剤系、比重3.12）が注目されている。そこで、静的破砕剤を用いた破壊機構を実験的、理論的両面から検討してみた。

2. 実験概要

すべての供試体が同じ条件となるように鉄筋を配置した供試体の形状・寸法を図-1、表-1に示し、これを用い、自由端距離が孔間電裂に与える影響を調べた。また、自由端と孔間中央にひずみゲージを貼り測定した。さらに、鉄筋コンクリート柱を解体する場合、通常、かぶりの破壊→鉄筋の切断・はかり作業→内部コンクリートの破壊といった2次の破壊の過程を経るのだが、この方法では、時間的に不経済である。したがって、かぶりの破壊と内部コンクリートの破壊が同時に行なわれるように最適な孔の配置を考えてみた。実験で使った水-破砕剤比は25%で、孔は予め穿った供試体を用いた。

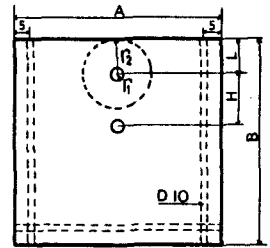


図-1 供試体形状

3. 実験結果および考察

(1) 自由端距離が孔間電裂に与える影響

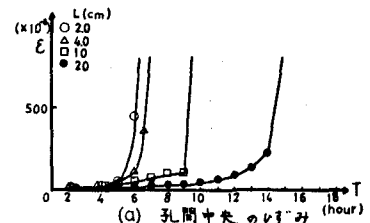
各自由端距離のときの電裂発生時間と表-1に示し、孔間中央と自由端にひずみゲージを貼って測定したひずみのひずみ-時間の関係を図-2に示す。図-2より、自由端距離が短いほど、孔間を貫通する電裂発生時間は短いことがわかる。これより、無限に広い自由面のある自由面を掘削しようとしたとき、その面に垂直に孔を配置しても孔間を貫通する電裂は発生しにくいと考えられる。さて、図-1において、理論的な解析を試みる。図-2において自由端距離が短いほど孔間を貫通する電裂発生時間は短いことがわかった。また、孔間を貫通する電裂は、自由端距離が長ければ、自由端に電裂が生じるとすぐに発生する傾向がある。したがって、破壊設計する場合、自由端に電裂が生じる時間が孔間を貫通する電裂発生時間であると考えられ、破壊時間であると考えられることができる。佐藤氏の論文²⁾によると、せいの性材料（大理石）で円筒を作製し、それに内圧をかけた場合、円筒は応力分布の影響を受け、円筒応力の最大値が材料の引張強さ σ_b の1.5倍になったとき破壊すると報告されている。そのときの関係式は、式(1)に示される。

$$P = \frac{3}{2} \frac{K^2 - 1}{K^2 + 1} \sigma_b \quad (1) \quad \text{但し、} K = \frac{\text{外径}}{\text{内径}}$$

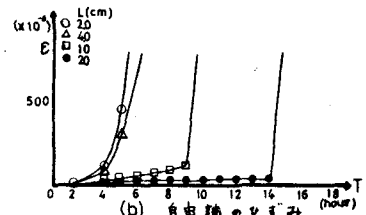
σ_b : 材料の引張強さ

表-1 供試体寸法

L (m) (cm)	A (cm)	B (cm)	H (cm)
2	60	42	10
4	60	44	10
10	60	50	10
20	60	60	10



(a) 孔間中央のひずみ



(b) 自由端のひずみ

図-2 ひずみ-時間の関係

いま、図-1のように、内径2.2cm、自由端距離を外径とする円筒を仮定し、佐藤氏の式を適用して自由端距離の破壊時間を求めてみる。最初に、孔を穿ったコンクリートに発生する膨張圧を求めなければならぬ。膨張圧は拘束度が大きいほど大きいので、まず、コンクリートの拘束度を求める。コンクリートの拘束度は $R_c = \frac{6E}{7r_1} - (a)$ であらわされる²⁾。そこで、この材料の弾性係数 $E_c = 2.69 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ 、 $r_1 = 1.1 \text{ cm}$ を代入すると、 $R_c = 2.1 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ となる。

この実験は27.5℃の室内で行なったので、27.5℃、内径2.2cm、 $R_c = 2.1 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ の場合の膨張圧の経時変化を示すと図-3のようになる。次にそれぞれの自由端距離(外径)に対してのKを求める。Kと ϕ_0 の値を式(1)に代入すると、理論的に各自由端距離の亀裂発生時の膨張圧が求まる。そのようにしてそれぞれの値を表-3に示す。それから図-3によって、式(1)で求めたそれぞれの自由端距離の破壊時間膨張Pに対する破壊時間が求まる。結果として、表-3より実測破壊時間と理論破壊時間はKの値が小さい方であって、大きい方であってない。原因として、図-1のように円筒を仮定したが、自由端距離の長いもの、すなわち、Kの大きいものは、まわりの拘束が仮定した円筒よりも大きいことが考えられる。

表-2 供試体諸性質

圧縮強度	34.3
引張強度	24.1
圧縮弾性係数	2.69×10^5
単位	kg/cm ²

表-3 k, p 値と破壊時間

自由端距離 (cm)	k	p	自由端距離の膨張圧		理論破壊時間 (hour)
			理論値(hour)	実測値(hour)	
2	1.82	19.4	5.3	5.5	6.5
4	3.64	31.0	6.5	6.5	7.0
10	9.09	35.3	7.5	9.5	9.5
20	18.18	35.9	7.6	15.0	15.0

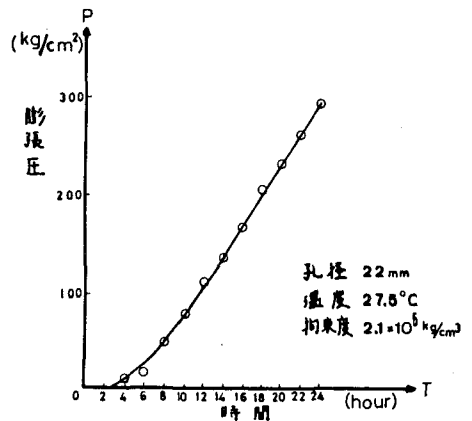


図-3 膨張圧の経時変化

(2) 鉄筋コンクリート柱の解体

孔を二方向に配置した場合の亀裂発生状況を図-4(b)に示す。図-4(a)において斜線部が孔の配置を示す。静的破壊剤を充填してから24時間後、ドライバーを亀裂に入れて軽く動かすと孔配置面の側面部の帯鉄筋と軸方向鉄筋のジョイント部を除くがぶり部分がこわれ、軸方向鉄筋が露出した。次に本体に衝撃を手ぬねように残りのがぶり部分をこわれ、軸方向鉄筋を完全に露出させ、取りさると内部コンクリートはすでに破壊していた。

4 まとめ

佐藤氏の式がコンクリートにおいても適用できると考えられる。さらに実験を重ねて検証を大いに考えている。現場においては、孔径は目的に応じて選んだものが使用されるので、現在、肉厚の違った鉄管を用いて、各孔径における膨張圧と拘束度の関係調べている最中である。また、鉄筋コンクリート柱において、実際はこの供試体よりも鉄筋量が多い。そういう場合について今後検討していきたいと考える。終りに、本学生、岩下秀伸、岡田雅文両君の助力に謝意を表する。

〔参考文献〕

- 1) 材料の強度と塑性：佐藤和郎著（森北出版）
- 2) 渡辺明、後藤司：“静的破壊剤によるコンクリート構造物の解体に関する研究”（第36回土木学会年次学術講演報告集）

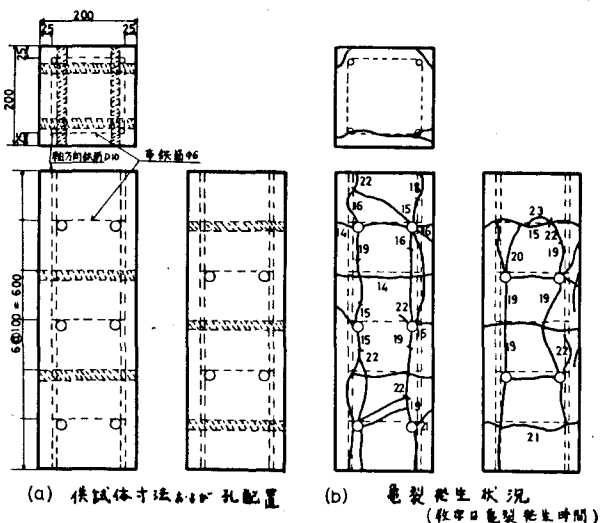


図-4 鉄筋コンクリート柱の破壊