

九州工業大学 正会員 渡辺 明

九州工業大学 学生員 後藤 司

1. まえがき

従来コンクリート構造物の寿命は半永久的なものとされていたが、最近、居住性の悪化、交通容量の機能が限界に達したなどのためにコンクリートは、なお残存耐力があるにもかかわらず、改築されたり、都市が再開発されるケースが増えている。一方、土木工事に伴う騒音並びに振動に対する規制は、益々きびしくなっている現状にがんみ、筆者らは、コンクリート構造物の無騒音・無振動かつ安全破壊を達成すべく、コンクリートの引張強度が圧縮強度に比べ、極端に小さいという性質に着目し、静的破砕剤（膨張剤系、比重3.12）を用いて、短時間に効率よくコンクリート構造物を解体する方法を実験的に追求し、理論的な解析も試みた。

2. 実験概要

まず、膨張圧を調べるため、鋼管の $\frac{1}{2}$ 高さの円周部分にひずみゲージと4枚はり、ひずみを測定し、それらの値から、厚肉円筒理論式を用い膨張圧を求めた。次に、内径を一定とし、肉厚の違う3種類の鋼管を用い、前述の方法で膨張圧を求め、拘束条件の違いによる膨張圧の差異も調べた。また、亀裂は、孔から3方向に発生伸展する傾向があるので、穿つ孔の数と大きさは同じにして、その配置をそれぞれ、正方形、正六角形にした各場合について、それらの破壊状況・破壊時間なども比較し検討した。

3. 拘束条件の違いによる膨張圧の差異

内径一定で、肉厚の違う3種類の鋼管を用いた場合の、膨張圧の時間的変化を図-1に示す。この図より、拘束が強いほど膨張圧が大きいことがわかる。いま、厚肉円筒理論によって、内圧 p とそれによって生じる鋼管内側の半径方向変位 u_r との関係と求めると、

$$p = \frac{E(r_2^2 - r_1^2)}{r_1[r_2^2 + r_1^2 - \nu(2r_2^2 - r_1^2)]} u_r = R u_r \quad (1)$$

式(1)の R は、鋼管が静的破砕剤の膨張に対して抵抗する度合いを示しており、これを便宜的に拘束度と名づけることとする。次に、コンクリート板に孔を穿った場合は式(1)で ν を無限大として取り扱うことによって、同様に R_c が計算できる。ただし、 $\nu_s = 0.3$, $\nu_c = 0.167$, $E_s = 2.1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$ として計算した。

$$R_s = \frac{2.1 \times 10^6 \times (1 - \nu_s)}{r_1(0.4 \nu_s + 1.3)} \quad (\text{kg/cm}^2) \quad (2)$$

$$R_c = \frac{6 E_c}{7 r_1} \quad (\text{kg/cm}^2) \quad (3)$$

4. 正六角形および正方形配置穿孔のときの破壊状況・破壊時間
高強度・普通・軽量の3種類のコンクリート供試体(60×70×10cm)について調べたが、それらの諸性質及び破壊時間は表-1に示すと

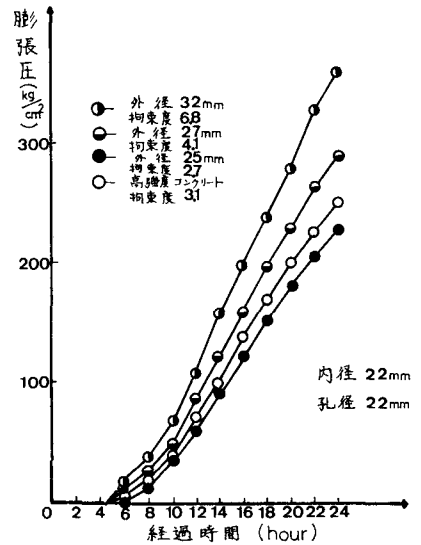


図-1 膨張圧の時間的変化

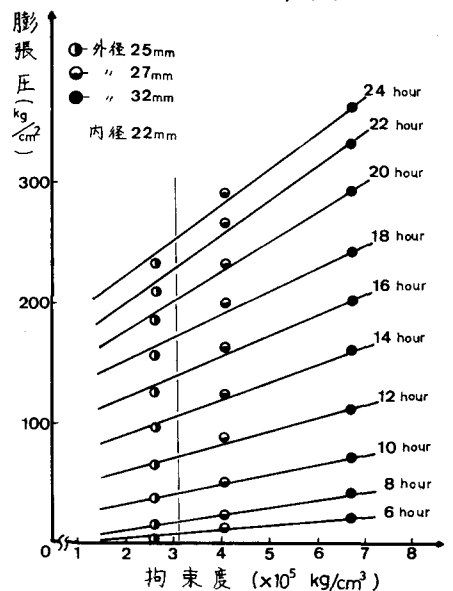


図-2 膨張圧と拘束度の関係

おりである。破壊状況は、3種類とも同じ傾向を示したので、いま、高強度コンクリート供試体についてのみ図-3,4に示す。これらの結果から次のことが言える。

- (a) 正六角形配置の場合は、正方形配置の場合に比べて、30分～1時間程度亀裂が早く発生伸展する。
- (b) 正六角形配置の場合、孔辺に亀裂が発生すると同時に孔間に伝播して、全亀裂が瞬時につながるが、正方形配置の場合には、孔辺亀裂の発生もやや遅いうえに全孔間への亀裂の伝播連鎖速度もおそい。
- (c) 正方形配置の場合、孔間に亀裂が発生しない場所も認められた。

以上より、平板状の無筋コンクリートでは、孔を正六角形配置にして破壊させる方が効率がよいと考えられる。さて、孔間と伝播貫通するひびわれは、瞬間的に入るから、その限界状態は、孔間の中間点の引張応力がある限度に達したときであると考え、その値を推定してみる。いま、コンクリート供試体を完全弾性体と仮定し、両孔がらの膨張圧による応力を重ね合わせると、孔間の仕意点の引張応力は、

$$\sigma_{\theta} = p a^2 \left[\frac{1}{r^2} + \frac{1}{(l-r)^2} \right] \quad \text{--- (4)} \quad \begin{array}{l} a: \text{孔半径} \\ l: \text{孔間距離} \end{array}$$

となる。孔間の中間点での引張応力は、同式で $r = \frac{l}{2}$ とおいて、

$$\sigma_{\theta} = p a^2 \left(\frac{8}{l^2} \right) \quad \text{--- (5)}$$

式(5)のように求められる。内径22mmで外径がそれぞれ25,27,32mmの鋼管の場合、時間をパラメーターとした拘束度と膨張圧の関係を実測して図-2に示す。いま、高強度コンクリート板に孔を穿った場合の拘束度は式(3)によって3.1と計算されるから、図-2を利用することによって時間ごとの膨張圧を推測することができる。このようにして求めた高強度コンクリート板の場合の膨張圧の時間的変化を示したものが図-1の—○—曲線である。図-3から破壊時間もおおむね10.7時間とみた場合、その間に生じた膨張圧は、図-1から55 kg/cm²であることがわかる。この値を式(5)に代入すると、中間点の破壊時の引張応力は、5.3 kg/cm²となり、この値は、本供試体の実測引張強度(表-1)よりもはるかに小さい値を示している。孔辺部コンクリートにそこが、塑性域に入ることなしに微小ひびわれが生じ、その先端部に応力が集中したことが主因と考えられる。

5. あとがき

静的破壊割を利用する際、現場ではコンクリートの強度とボーリング孔径を関数として、ただちに、間隔がきめられるような実用計算式が望まれる。目下そのような式を模索中である。もちろん、鉄筋コンクリート部材の解体に際しては、鉄筋の影響も考慮すべきことはいうまでもない。

最後に、本研究にあたり、小野田セメント(株)開発部より御協力をいただいたことと付記して謝意を表する。

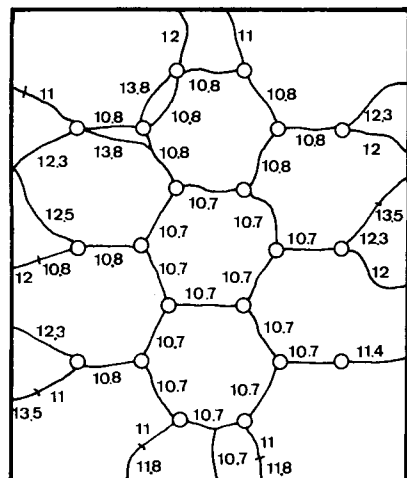


図-3 正六角形配置穿孔の時の破壊状況 (数字はひびわれ時間) 孔徑 22mm 孔間 10cm

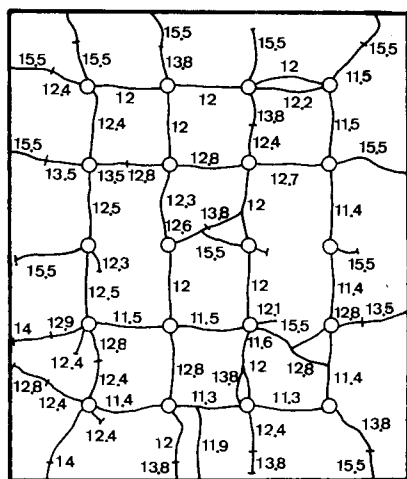


図-4 正方形配置穿孔の時の破壊状況 (数字はひびわれ時間) 孔徑 22mm 孔間 12cm

表-1 コンクリート種類別諸性質と破壊時間

	圧縮強度 (kg/cm ²)	引張強度 (kg/cm ²)	弾性係数 ($\times 10^3$ kg/cm ²)	破壊時間 (h)	
				初亀裂発生	終亀裂発生
高強度コンクリート	616	43	3.75	A	10.7
				B	11.3
普通コンクリート	243	21	2.65	A	6.5
				B	7.1
軽量コンクリート	219	19	1.45	A	8.3
				B	9.1

A: 正六角形配置
B: 正方形配置