

V-226 静的破碎剤の膨張圧測定法と膨張圧の特性について

長崎大学 ○正員 原田哲夫
九州工業大学 正員 出光 隆
九州工業大学 正員 渡辺 明

1. まえがき

静的破碎剤による合理的な破碎設計法の確立には、被破碎体に作用する膨張圧の値をいかに正しく把握できるかが重要であり、そのための測定法の開発が必須条件となる。破碎剤の充填には、現在、i) ボーリング孔 ii) コンクリートカッター溝を用いる2通りが考えられる。i) の場合の測定法については、これまでのところ、被破碎体に作用する直接の膨張圧を精度良く測定できる内管法が有用な方法であるが、この内管法をRC部材の破碎実験に用いた場合、見掛け上負の圧力（膨張を正）が測定される場合があった。そこで、測定方法と同時に、周辺の拘束が膨張圧に及ぼす影響、圧力伝播特性などについて再度検討すべきと考え、実験を行った。また、ii) の直接的膨張圧測定法についても新たに考案し、検討を行った。

2. 膨張圧測定法

2-1 ボーリング孔用

内管法 内周面に直交ひずみゲージを貼付した鋼管を充填孔中に挿入し、それに生じるひずみより式（1）を用いて膨張圧を算定

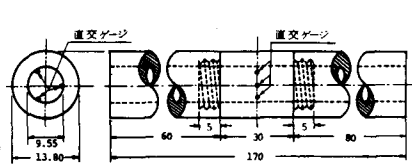
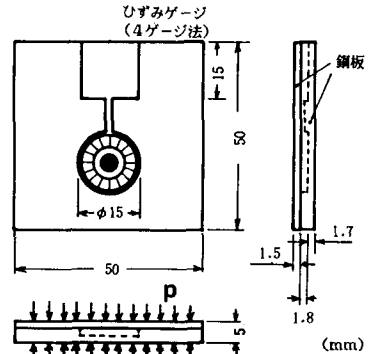


図1 内管法



する方法である。充填孔中に挿入することより”内管法”とよんでいる。図1のようにひずみゲージ貼付部分3cm（受圧部と称する）とリード線を導くための鋼管とをねじ接合して一体の鋼管となるようにしたAタイプ内管と、局所の圧力測定用として、受圧部のみからなるCタイプ内管を使用した。図2 ダイアフラム型圧力計

$$p = \frac{-E_s (k^2 - 1)}{2(1 - \nu_s^2) k^2} (\epsilon_\theta + \nu_s \epsilon_z) \quad \text{----- (1)}$$

2-2 コンクリートカッター溝用

図2に示すように、円形の凹部を設け、その部分にひずみゲージを貼付した鋼板と、フラットな鋼板をエポキシ系接着剤ではり合わせたダイアフラム型の圧力計である。内管法と同様に充填溝に挿入して、面圧として作用する膨張圧を凹部のひずみ値より求める。油圧によりキャブレーションを行った結果、外圧100kg/cm²に対してひずみは900x10⁻⁶であった。

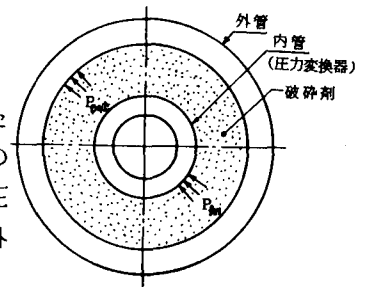


図3 2重鋼管試験

3. 実験結果および考察

内管法で求めた膨張圧が被破碎体に作用する実際の膨張圧を表しているか否かを確かめる必要があり、図3のような2重鋼管試験を実施した。図4は外管が弾性的場合であり、温度による影響（図5）も併せて検討した結果である。p_{out} と p_{in} はほぼ合致しており、初期の温度変化に膨張圧は敏感に反応していることがわかる。

図6は、外管が途中で降伏して変形が進行した場合（外管がコンクリートの場合には、微小ひびわれにともなう孔周辺からの塑性化が進展した場合を想定）の膨張圧の性状を検討した結果である。外

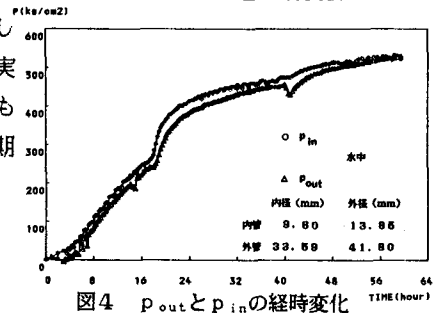


図4 p_{out}とp_{in}の経時変化（外管が弾性的の場合）

管が弾性域では、図4と同様 p_{out} と p_{in} は合致している。降伏後は、約 240 kg/cm^2 と一定の膨張圧で、この値は計算値および油圧による実験結果とも一致した。外管にアルミニウムを使用した場合にも同様の結果を得た。

図7は鉄筋、図8は鋼管で局部的に拘束した場合の拘束部およびコンクリート部の膨張圧を、Cタイプ内管でそれぞれ測定した結果である。図7では、鉄筋部、コンクリート部ともに同じ膨張圧であることがわかる。図8では、拘束の大きい鋼管部のほうが膨張圧がやや低めにでているが、これは熱伝導率が高い鋼管部の方が、水和熱が発散しやすいためと考えられる。

図9は、Cタイプ内管とAタイプ内管とで差異があるかどうかをコンクリートの破碎実験で検討した結果である。同図によれば、破碎圧力の測定にほとんど差はみられない。また、供試体寸法にかかわらず膨張圧はほぼ同一曲線上にのっていることがわかる。

以上述べてきた結果から、これまでと同様、膨張圧の伝播は液圧に似た挙動を示すことが確認できた。したがって、被破碎体に実際に作用している膨張圧を内管法によって直接測定でき、局部的な拘束がある場合にはCタイプ内管が適用できることになった。また、 P (kg/cm²)

前述のRC部材の破碎実験で、使用したのはAタイプ内管である。見掛け上負の圧力が測定された理由として、圧力伝播は液圧的といえども破碎剤は固化するので、鉄筋が支点となって内管自身曲げ変形をおこしたためと考えらる。

次に、図10に示すような装置の溝部にダイヤフラム型圧力計を、1つは鋼板に密着させ、他1つは5mmの間隔をとって挿入し、すきまに破碎剤を充填して、ダイヤフラム型圧力計からの膨張圧とボルトの張力から求めた膨張圧の関係を図11に示す。これより、溝部の場合もボーリング孔の場合と同様、膨張圧の伝播は液圧的な挙動をすることがわかる。

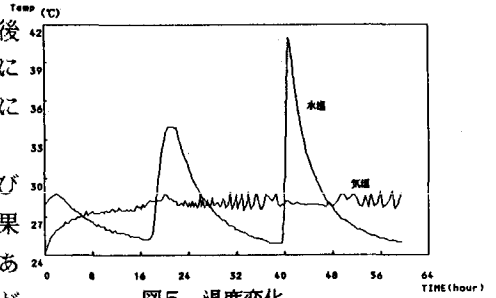


図5 温度変化

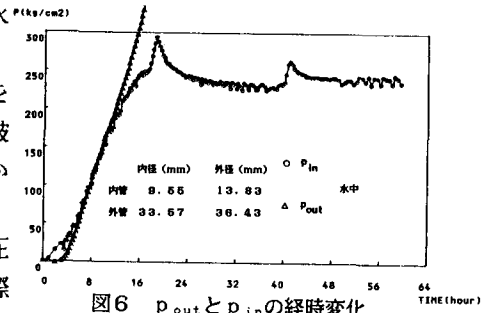
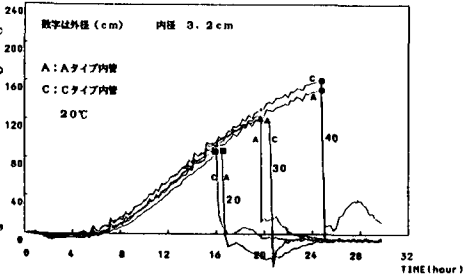
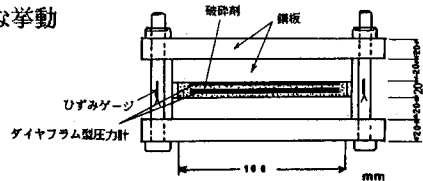

図6 p_{out} と p_{in} の経時変化
(外管が降伏する場合)

図9AおよびCタイプ内管による1円孔
コンクリートの破碎圧力の比較


図10 溝部膨張圧の測定装置

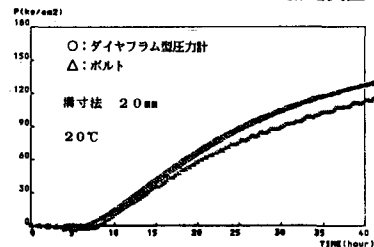


図11 溝部膨張圧の経時変化

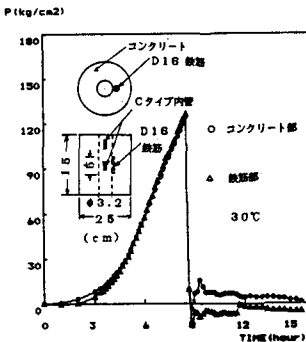


図7 鉄筋による局部拘束

4. あとがき

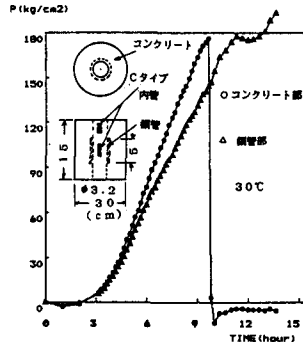


図8 鋼管による局部拘束

のある場合の膨張圧

破碎剤膨張圧の測定法および特性について検討を行い、膨張圧の特性については従来どおりの結果を得た。また、RC部材の破碎実験には、Cタイプ内管の適用が可能となった。