

金沢大学 正員 加場重正
金沢工業大学 正員 ○斉藤 満
北海道庁 正員 佐伯繁樹

1. 目的

コンクリートの様な脆性材料の破壊機構を解明するにはその引張強度特性を知ることは重要である。しかしながら純引張試験には種々の困難が有ることから一般に圧裂載荷により引張強度を求めている。著者らはコンクリートは複合材料であり引張強度特性にはコンクリートを均一な弾性体として考えるのみならずその複合性を考慮すべきであるということおよび通常のコンクリートはその破壊機構が複雑であることより、モデル供試体を圧裂載荷することによりその挙動について一部報告してきた^{*}。本報告においてはさらにモデル供試体を用いてインクルージョン数および材令の変化による影響、ボンドクラック発生荷重レベル、これに関連した超音波パルス伝播時間の変化および最終的な破壊の状況について検討し、加えて光弾性法および有限要素法(以下F.E.M.という)により圧裂載荷下においてインクルージョン形状の異なる場合の応力分布について報告する。

2. 方法

(モデル供試体)使用セメントは早強ポルトランドセメントで細骨材は豊浦標準砂である。粗骨材は1図に示す位置に鋼棒を埋め込んだ。供試体は $\phi 10\text{ cm} \times 3\text{ cm}$ でその種類は1表に示す。(超音波パルス伝播時間)公称50 KHzのコンクリート品質試験機を使用し1図に示す状態で測定した。(光弾性解析)マトリックス材料としてエポキシ樹脂を、インクルージョン用材料としてエポキシレジンを使用した。供試体の径は10 cmであり、供試体中のインクルージョンは2図に示すように最大長を2 cm、間隔を2 cmとした。(F.E.M.)供試体は平面応力状態にあるとし、インクルージョンとマトリックスが完全に付着している場合である。

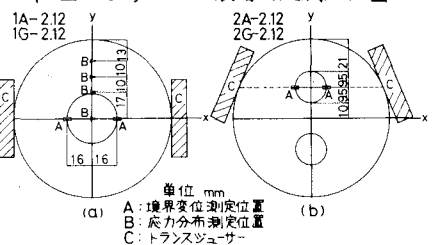
3. 結果および考察

(a)インクルージョン-マトリックスの境界変位および超音波パルス伝播時間 1表 モデル供試体の種類

境界変位に関しては3図、4図に示すようにインクルージョン-マトリックス境界部分の付着が良好な場合(1A、2Aシリーズ)には低荷重レベルで境界変位がほぼ0であり、ある荷重レベルに到って始めて境界変位が認められるようになる。これら境界変位を測定した位置(1図参照)はボンドクラックが最も早期に生ずる位置であることから境界変位が急激に増加し始める荷重レベルがボンドクラック(剪断ボンドクラックの概念を含んでいない)が発生する荷重レベルと考える。これよりボンドクラックが最初に発生する荷重レベルは1A-2シリーズでは最大荷重の45~60%、1A-12シリーズでは45~65%、2A-2シリーズでは40~70%、2A-12シリーズでは35~75%である。破壊直前(破壊荷重の99%)における境界変位はマトリックス-インクルージョン界面の付着状況に関係なく、1A、1Gシリーズでは $6500 \sim 7500 \times 10^{-6}\text{ mm}$ 、2A、2Gシリーズでは $4000 \sim 4500 \times 10^{-6}\text{ mm}$ となった。超音波伝播時間の載荷に伴う変化はインクルージョン両側の境界変位の和が約 $1000 \times 10^{-6}\text{ mm}$ に達する荷重レベルより開始し、その変化率は界面の状況に関係なく上述の境界変位の結果と一致する。

記号	材令	インクルージョン径	内 容
1A-2	2	32	マトリックス・インクルージョン界面に多少の付着力を有するもの
1A-12	12	17	
2A-2	2	19	
2A-12	12	2	
1G-2	2	32	マトリックス・インクルージョン界面の付着力を0としたもの
1G-12	12	1	
2G-2	2	19	
2G-12	12	2	
S-2	2		全てマトリックス材料よりなる
S-12	12		

ひずみおよび伝播時間測定位置



(b) モデル供試体の応力分布

1A-2, 2A-2シリーズについてF.E.M.解析より得られた主応力比の分布を5図に示す。図より双方のシリーズでインクルージョンの存在によるひずみ拘束に基くと考えられる圧縮応力部分(5図のA, B, C点)が見られ、1Aシリーズの実験結果による応力分布(6図)は低荷重レベルでF.E.M.の結果とよく一致し、高荷重レベルでも引張応力の小さい部分が考えられる。界面状況の相異による最終的破壊状況が、7図に示すようであること

とから“クラックが伝播しにくい部分”と低引張応力部分が一致していると考えられる。

(c) インクルージョンの形状に基づく応力分布

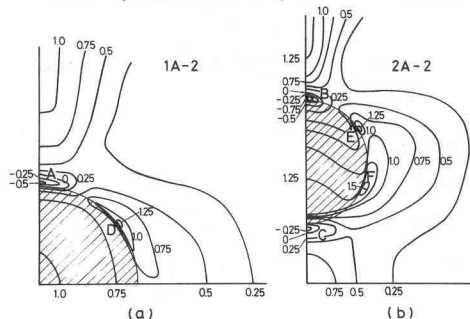
写真1, 写真2および8

図は光弾性法による等色線写真およびF.E.M.に基づく主応力比の分布を示す一例である。インクルージョンの形状によりマトリックスの応力分布が異なり、また鋭い角ばりを持つ、たモデル骨状インクルージョン内部に大きい引張応力の存在することが見られる。なお光弾性解析による解析結果はF.E.M.による結果と対照しながら当日述べることにする(写真1, 写真2参照)。

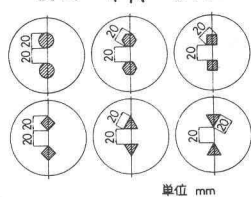
最後に、本研究を行なうにあたり終止御助力いただいた金沢工業大学、宮北啓教授に深謝いたします。

＊柳場・川村・斎藤“コンクリートの破壊機構に関する基礎的研究” 第28回年議概要集 P.P. 18-19

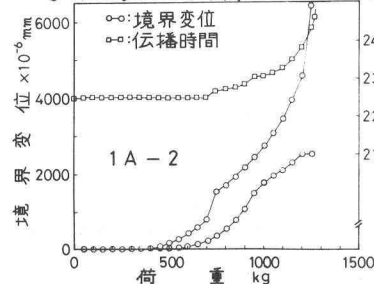
5図 最大主応力の分布(モデル供試体)



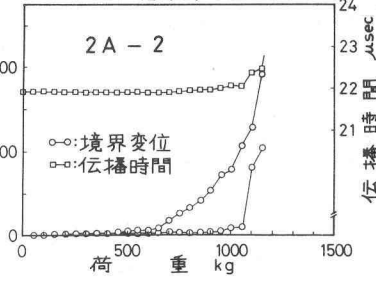
2図 骨状の形状



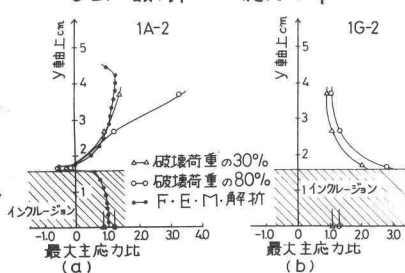
3図 荷重-境界変位・伝播時間



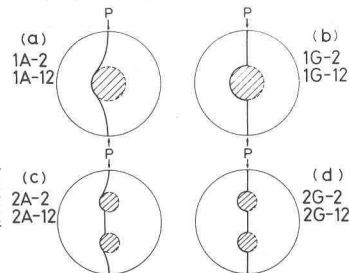
4図 荷重-境界変位・伝播時間



6図 載荷軸上の応力分布



7図 破壊状況の概略図



8図 骨状形状による最大主応力の分布

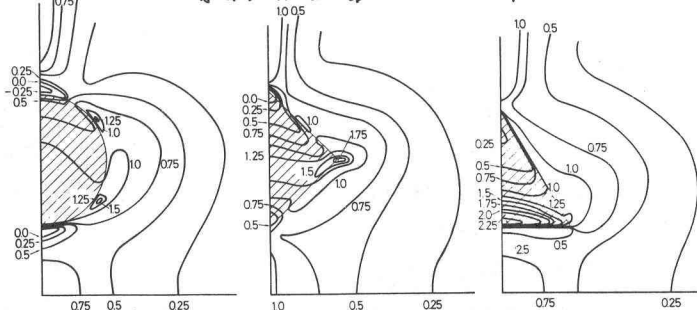


写真1 等色線

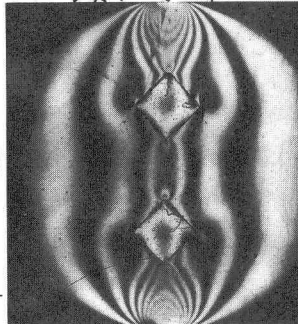


写真2 等色線

