

(V-8) 圧縮を受けたコンクリートの 内部性状と表面温度との関係

日本大学 正会員 ○ 柳内 陸人
日本大学 正会員 竹内十三男

1. はじめに

複合材料であるコンクリートの内部組織が圧縮応力を受けた時、破壊強度や変形特性を応力-ひずみ曲線のように間接的に、あるいは X線によるラジオグラフィー、AE (Acoustic Emission) の発生頻度、超音波の伝播時間測定のように直接的にとらえた諸性質より求める場合がある。圧縮応力による破壊過程は、コンクリート内部の微小クラックの発生・進展の状況によって特徴づけられ、これらの微小クラックの発生・進展状況は、コンクリートの応力-ひずみ曲線上の各種の特異点応力度を用いて表わすことができる。本報告は、モルタルおよびコンクリート供試体の一軸圧縮試験における応力-ひずみ曲線の推移で表わされる各種特異点応力度が、赤外線センサによる供試体表面温度および超音波法による供試体内部の超音波伝播時間などの測定によって得られる情報でどのように現れてくるかを実験的に確かめるとともに、コンクリート内部の圧縮破壊状況が熱情報によりどの程度判読できるかを検討したものである。

2. 実験概要

表-1 配合表

供試体の種類	骨材の最大寸法 (mm)	水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	スランプ (cm)	空気量 (%)	単 位 量 (kg/m ³)			
						水	セメント	細骨材	粗骨材
モルタル	5	50	—	* 240	—	308	616	1256	—
川砂利 コンクリート	20	50	45	9.8	1.8	150	299	874	1043

*フロー値

(1) 供試体

実験に用いた供試体は、JIS A 1132に準じて表-1に示される配合で製作され、脱型後20℃の水中で28日間養生した150 × 150 × 300 (mm) のモルタルおよびコンクリートの角柱型である。

(2) 応力-ひずみ曲線の測定

供試体にJIS A 1108に準じた載荷重をかけ、供試体中心軸の応力-ひずみの関係を自動デジタルひずみ測定器 (TDS-301) にて計測し、特異点応力度を求めた。

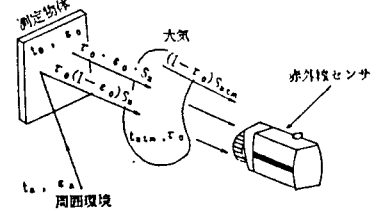


図-1 赤外線センサシステム概略図

(3) 供試体表面および内部温度測定

図-1に示されるような測定システムを持つ8.0 ~ 12.0 μmに応答波長領域を持つ遠赤外線センサ (AGA 社製) を用いて、圧縮荷重によって変化する供試体面の温度分布を破壊時まで連続して測定した。なお、検証のため供試体内部に埋込んである熱電対により供試体内部の温度変化を測定した。

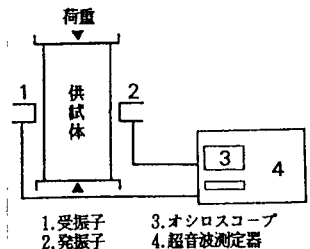


図-2 超音波測定システム概略図

(4) 供試体内部の超音波測定

図-2に示されるような測定システムを持つ周波数50kHz 縦波のデジタル超音波測定器を用い、圧縮荷重によって変化する供試体内部の超音波伝播時間を破壊時まで連続して測定した。なお、供試体内部の伝播に

要する時間は、(1) 式を用いて算定した。

$$V = L / T \quad \text{----- (1)}$$

ここに、 V ：超音波速度(km/s)、 T ：伝播に要した時間(s)、 L ：測定距離(cm)

3. 実験結果および解析

(1) 特異点応力度

コンクリートおよびモルタル供試体の圧縮試験により求めた応力-ひずみ曲線から推定した各種特異点応力度は次のとおりである。

- ・コンクリート：比例限界応力度 (σ_p) = 0.466, 開始応力度 (σ_{in}) = 0.800
臨界応力度 (σ_{cr}) = 0.866
- ・モルタル：比例限界応力度 (σ'_p) = 0.461, 開始応力度 (σ'_{in}) = 0.767
臨界応力度 (σ'_{cr}) = 0.921

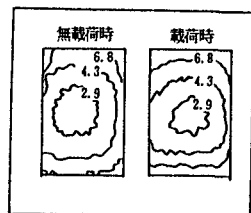


図-3 等温度線図

(2) 表面温度変化

図-3は、赤外線センサによる表面温度測定結果の例として温度映像から作成したコンクリート破壊時の供試体表面の等温度線図である。左側は測定開始時、右側は破壊寸前時の等温度線図である。

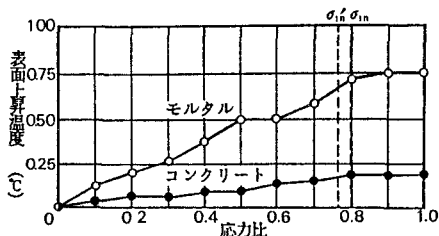


図-4 圧縮による表面温度変化

図-4に、圧縮荷重の変化に伴う供試体表面中心部の表面温度の変化を示した。モルタルはコンクリートと比べ温度上昇が高く、また温度上昇が止まる時の応力比も大きい。

(3) 内部温度の変化

図-5に、圧縮荷重の変化に伴う供試体中心部の内部温度の変化を示した。表面温度の変化と比べて全体的に温度が高く温度上昇の止まる時の応力比は表面温度に比べて小さい。

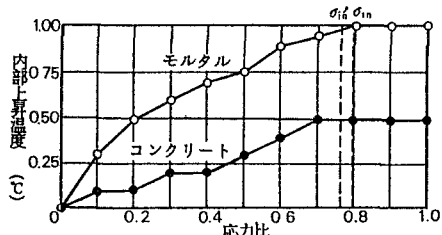


図-5 圧縮による内部温度変化

(4) 超音波の伝播速度

図-6は、圧縮荷重の変化に伴う超音波の伝播速度の違いを示した。伝播速度は全体的にコンクリートが速く、伝播速度が変化しだす応力比は約0.8付近でコンクリートおよびモルタルも同じである。

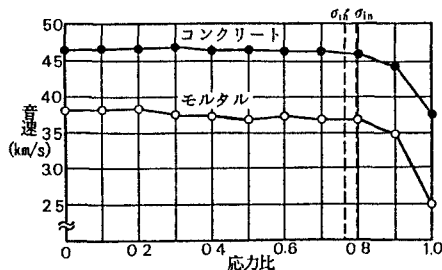


図-6 強度と伝播速度の関係

4. 考察

表面温度および内部温度の上昇が止まった時の応力比の値が応力-ひずみ曲線の、開始応力度域と一致した。すなわち、温度上昇の変化点における供試体内部の状態は圧縮により破壊が始まり、モルタルクラック、ボンドクラックや骨材クラックなどが発生し、供試体内に急激に空隙が増えるため熱伝達が阻害されるためであると考えられる。これは、超音波の伝播速度が応力比0.8付近で急激に変化していることより確認される。なお、温度変化点は表面温度が内部温度に比べて若干遅く変化するのは、熱が供試体内を伝達する時間によるものと考えられる。また、コンクリートとモルタルとの差は、供試体自身の熱伝導の違いによるためである。

以上のことより、供試体に何らかの外力を与えると表面温度が微妙に変化し、この変化が読み取れば表面温度情報から内部性状を判読することが可能であることを本実験に示した。