

V-26

レーザースペックル法によるコンクリートの剛性低下についての一考察

北海道大学大学院 学生員 田所 敏弥
北海道大学工学部 正 員 佐藤 靖彦
北海道大学工学部 正 員 上田 多門
北海学園大工学部 正 員 高橋 義裕

1. はじめに

コンクリートの力学的特性は、粗骨材の品質、大きさ、形状、配置、粗骨材間距離、ならびに粗骨材と母材モルタル間の付着特性に影響を受けることはよく知られているが、実際のコンクリートにおいては、上記の因子が複雑にからみあっているため、力学的特性とそれぞれの因子との関係を明らかにすることは極めて困難である。そのため本研究では、理想的な形状寸法をもつ粗骨材とこれを包む母材モルタルからなるモデルコンクリートを用いて、粗骨材と母材モルタル間の付着応力に着目して付着応力が、圧縮強度、剛性やひびわれの伸展などの力学的特性に与える影響について内部構造の挙動を、レーザースペックル法を用いて微視的に調べることによって明らかにしようとするものである。

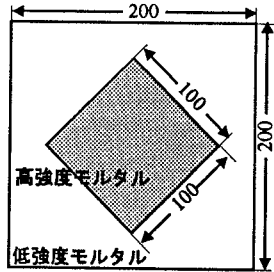


図1 供試体

2. 実験概要

2.1 供試体概要

供試体は、図1に示すように中央に粗骨材をモデル化した高強度モルタルを配置し、その周りに母材モルタルをモデル化した低強度モルタルを配置した平板を用いた。中央の高強度モルタルが、正方形を斜めにした配置であるのは有限要素解析の結果、図2、3よりわかるように正方形を斜めに配置した方が水平に配置したもの 비해、界面の付着応力が低下した時に剛性の低下がより顕著になるためである。尚、この解析では有限要素解析プログラム『WCOMR』を用い、高強度モルタルに圧縮強度61.22MPa、引張強度3.5MPa、ポアソン比0.20、低強度モルタルに圧縮強度20.41MPa、引張強度2.02MPa、ポアソン比0.20を使った。また付着応力を低減したモデルにおいては、界面に接合要素を用いせん断剛性は非常に小さい値を用いた。

2.2 実験方法

平板を静的一軸圧縮荷重により破壊させ、非接触的に二次元変位場をひびわれ発生後も測定可能なレーザースペックル法を用いて、界面をはさんだ2点の相対変位を測定し、界面に平行なせん断方向変位と界面に垂直な垂直方向変位に成分分解し、その挙動を定量的に把握した。

3. 実験結果と考察

図4に示すように解析値と実験値を比較してみると、初期剛性に関しては応力が8.5MPaに達するまで解析1の値と実験値が一致し、その後実験値は解析1の値より剛性が低下する。これは、解析1は界面が破壊時まで剛結され、界面にボンド

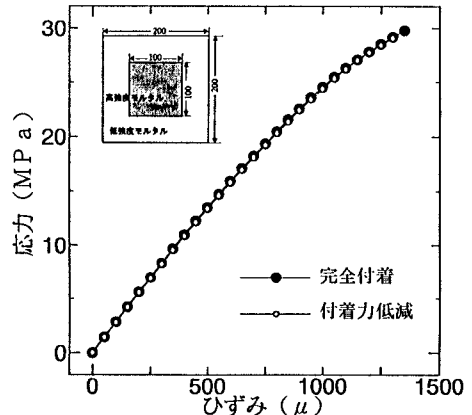


図2 粗骨材を水平に配置

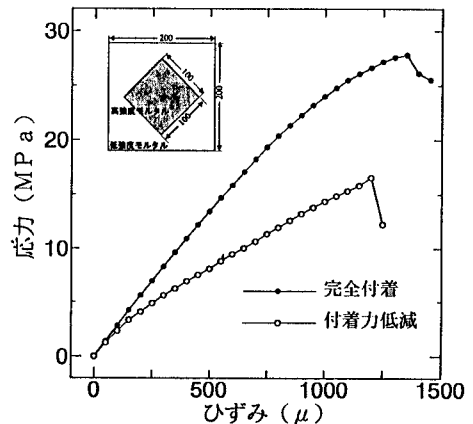


図3 粗骨材を斜めに配置

クラックが発生することではなく、隅角部からモルタルクラックのみ発生する。そのため実験値と比較すると剛性の低下が小さい。また初期剛性が等しいことから、応力が8.5MPaに達するまでは解析1と実験の変形状が等しい。つまり応力が8.5MPaの時、ボンドクラックが発生し始めて剛性が一段と低下すると考えられる。そのボンドクラックの発生をレーザースペックル法を用いて界面をはさむ2点のせん断方向の相対変位を調べることによって検証した。その結果を図5に、モルタルクラックの発生を調べたコンクリートゲージの測定結果を図6に示した。図5中に示した接点1については7.9MPaの時、正の方向に変位し始めた（正の方向も図5に示した）。レーザースペックル法においては $10\mu\text{m}$ 程度の誤差があるので、7.9MPaに達するまでは相対変位がないとみなした。さらに、上部モルタルクラックが発生した10.7MPaの時、相対変位が一段と増加した（図6参照）。そして最終的な相対変位は $120\mu\text{m}$ であり、界面をはさんだ2点間の距離が3cmであることからひずみに換算すると 4000μ になった。この値からも界面の剥離が起きていることは、明らかである。次に、接点2は供試体の偏心のため応力が7.2MPaの時、負の方向に変位し始めた。接点3は応力が7.9MPaの時、正の方向に相対変位が発生し、下部モルタルクラックが発生した応力13.4MPaの時、相対変位が一段と増加したのが確認できた。そして接点4は、応力が7.9MPaの時に正の方向に相対変位が発生し、上部モルタルクラック、下部モルタルクラックの発生の際に一段と相対変位が大きくなった。また、界面をはさむ2点の相対変位の界面に垂直な方向成分と供試体の裏面の同位置にはったコンクリートゲージの値は、ほぼ同じであった。尚、接点2の変位の方向が他の接点と異なるのは、供試体を完全に対称には製作できなかったためである。

4. まとめ

本実験供試体における応力-ひずみ曲線において、圧縮強度の50%の応力8.5MPaの時、実験値が界面を剛結とした解析1の値からずれ始めた。これは、圧縮強度の47%の応力7.9MPaの時界面の剥離、つまりボンドクラックが発生したことによることがレーザースペックル法により明らかになった。さらに、圧縮強度の70%、85%の時、上部モルタルクラック、下部モルタルクラックへとボンドクラックが伸展し、それに従って界面が付着力を失い剛性が一段と低下することが確認できた。

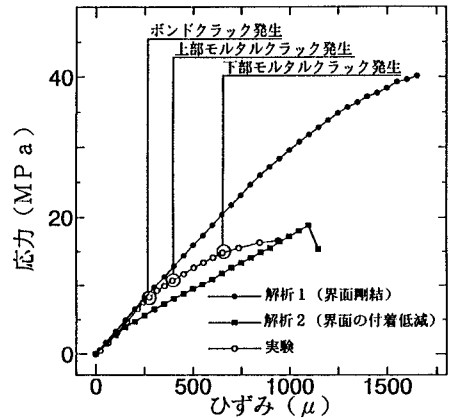


図4 応力-ひずみ関係

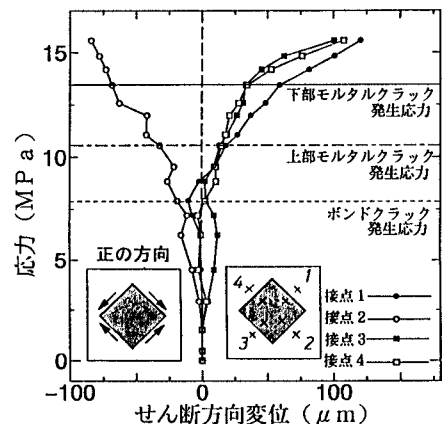


図5 ボンドクラックの発生

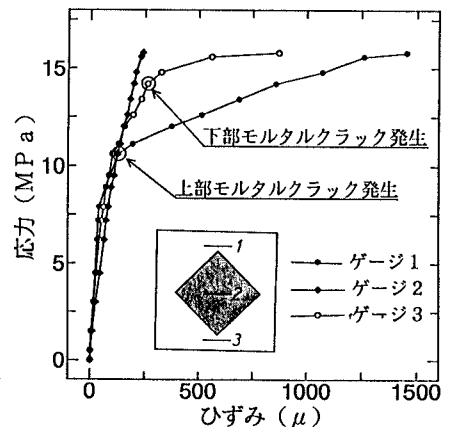


図6 モルタルクラックの発生