

V-125 超音波法によるコンクリートのひび割れ深さ評価に関する考察

岐阜大学 学生員 ○後藤友和 浅野雅則
 岐阜大学 正会員 国枝 稔 鎌田敏郎 六郷恵哲

1. はじめに

コンクリートのひび割れ深さ評価への超音波法の適用性を検討した研究が数多くなされている。ひび割れ深さの評価は、ひび割れ先端で回折した超音波の伝播時間を用いて行われる場合¹⁾が多い。しかしながら、実際のコンクリートのひび割れ先端には破壊進行領域が存在することが知られており、超音波により評価されたひび割れ深さとの対応について検討することは重要である。本研究では、供試体における載荷中および除荷時の超音波法による推定ひび割れ深さを比較するとともに着色によりひび割れ深さを確認した。さらに引張軟化特性を組み込んだ FEM 解析によりひび割れ深さを推定し、超音波法により推定したひび割れ深さとの対応について検討した。

2. 実験概要

本実験では、表-1に示す配合のコンクリートを用いて10×10×40cmの供試体を作製した。図-1のように各探触子（発振子・受振子）を切り欠き（深さ：2cm）を挟んで5cmの位置に配置し、曲げ載荷試験を行った。伝播時間の計測は、図-2のようにCMOD（切り欠き部の開口変位）間隔で0.01mmの17回と0.02、0.06、0.11および0.17mmの計測終了後、荷重がほぼ0になるまでいったん除荷した際の計21回行い、 T_C-T_0 法²⁾によりひび割れ深さ（超音波法によるひび割れ深さ）を推定した。また、曲げ載荷時のCMODが0.02、0.06、0.11および0.17mmとなった時点で除荷した供試体（それぞれ3個）を別途作製し、着色によりひび割れ深さ（着色によるひび割れ深さ）の測定を行った。画像解析によりインクに染まった部分とそれ以外の面積比を求め、平均ひび割れ深さを算出すると同時に、同一供試体内におけるひび割れ深さの最大値、最小値も求めた。実験により得られた荷重-CMOD 曲線から推定された引張軟化曲線を用いて仮想ひび割れモデルによる数値解析を行った。対象とする接点付近の引張応力が軟化開始点の応力と一致する部分をひび割れ先端位置としてひび割れ深さを算出した。

表-1 コンクリートの配合

Gmax (mm)	W/C (%)	単位量(kg/m ³)				
		W	C	S	G	Ad*
15	50	172	341	787	1029	1.024

* AE 減水剤

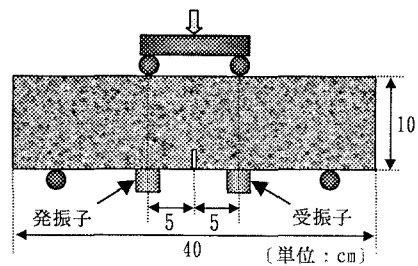


図-1 探触子の配置

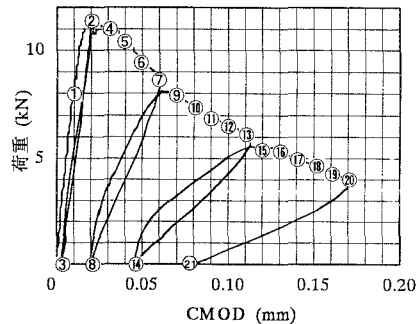


図-2 超音波計測位置

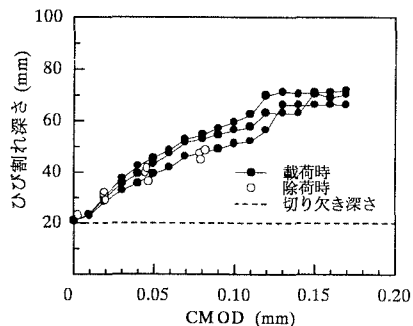


図-3 超音波法によるひび割れ深さ

キーワード：コンクリート、超音波、ひび割れ深さ、破壊進行領域、仮想ひび割れモデル

連絡先：〒501-1193 岐阜市柳戸1-1 岐阜大学工学部土木工学科 TEL/FAX 058-293-2469

3. 結果および考察

3. 1 超音波法によるひび割れ深さと荷重-CMOD 曲線

超音波法によるひび割れ深さを図-3に示す。除荷によりCMODが減少すると、超音波法によるひび割れ深さも小さくなった。これは、ひび割れ先端部分の破断面が接触し、超音波が透過する経路が短くなったことによるものであると考えられる。

3. 2 超音波法によるひび割れ深さと着色によるひび割れ深さ

超音波法によるひび割れ深さと着色によるひび割れ深さとの関係を図-4に示す。これによれば、多少のばらつきはあるものの、ひび割れ深さが40mm程度までは、両者はよく対応している。ひび割れ深さがさらに大きくなると、着色によるひび割れ深さの方がやや大きな値を示した。これは、超音波法では骨材の接触等も含む計測範囲内の最短深さを推定しているのに対し、同一供試体内における着色によるひび割れ深さは、画像解析から求めた面全体の平均的な深さを表していることによるものであると考えられる。CMODが大きくなるにつれて、同一供試体内における着色によるひび割れ深さの最大値と最小値が大きくなっていることを図-5に示す。

3. 3 超音波法と解析値の比較

図-6に実験値（超音波法）の平均値と解析によって得られたひび割れ深さを示す。実験値は、解析値に対して小さな値を示し、図-7に示すようにCMODの増加にかかわらず、実験値は、解析値に対しておおよそ70%程度となった。実際のひび割れ深さは、面内で様ではないが、解析で用いた仮想ひび割れモデルでは、面に対して一様なひび割れを仮定している。また、仮想ひび割れモデルでは、結合力を伴いつつひび割れがひび割れ先端位置（軟化開始点）まで開口していると仮定しているが、実際には骨材が接触していることも考えられ、超音波はその部分を透過していくためにこのような現象が起こったと考えられる。

4. まとめ

載荷時および除荷時に、超音波法によりひび割れ深さを推定し、着色および解析によるひび割れ深さと比較検討した結果、超音波法により推定されたひび割れ深さは、ひび割れ先端の破壊進行領域や破断面および骨材の接触等の影響を受けることが明らかとなった。したがって、これらを考慮した推定法を確立していくことが重要であると考えられる。

謝辞：本研究の一部は、(財)中部電力基礎技術研究所の援助を受けて行った。ここに記して謝意を表する。

〔参考文献〕

- 1) たとえば 尼崎省二、明石外世樹：超音波法によるコンクリート部材のひび割れ深さ測定法に関する研究、第3回コンクリート工学年次講演会講演論文集、pp.141-144,1981

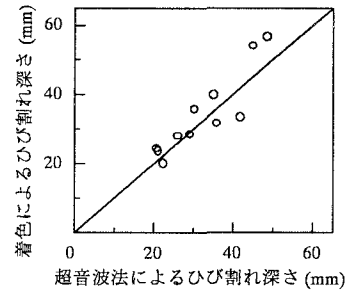


図-4 超音波法によるひび割れ深さと着色によるひび割れ深さの関係

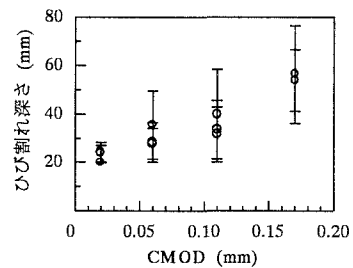


図-5 着色によるひび割れ深さの最大値と最小値の差

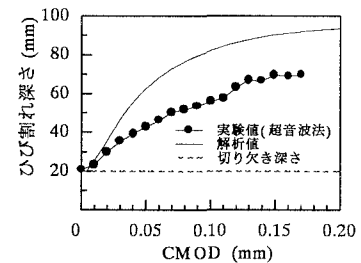


図-6 実験値と解析値の関係

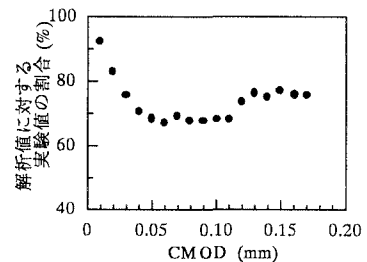


図-7 解析値に対する実験値の割合