

無筋および鉄筋コンクリート部材のひびわれ評価

○ 九州東海大学 工学部 学生会員 榎本喜之
九州東海大学 工学部 正会員 坂田康徳
熊本大学 工学部 正会員 大津政康

1. はじめに 本研究は、入力波としてスイープモードの連続波を使用し、その受信波の応答スペクトルよりコンクリート部材に生じたひびわれ深さを評価するための基礎的研究である。ここでは、部材寸法が応答スペクトルに及ぼす影響を実験及び有限要素法(FEM)による2次元共振解析を用いて検討すると共に、鉄筋および無筋コンクリート部材のひび割れ評価の可能性を検討したので報告する。

2. 実験および解析の概要 実験ではW/C=55%の普通コンクリートを使用し、無筋コンクリート部材は高さ $h=5, 7.5, 10, 12.5, 15$ cm, 幅 $b=6, 7.5, 10$ cm, 長さ $L=30, 40, 50$ cmと変化する合計10組の供試体を各3本ずつ作成した。ひび割れは、無筋コンクリート部材に対しては供試体長さの中央にカッターにて幅約1.2mmの人工ひび割れを所定深さに導入した。鉄筋コンクリート部材は $10 \times 15 \times 80$ cm供試体中央に、予め鉄筋と共に厚さ約5mmのスチロール樹脂板を部材軸に直角に埋め込んで、コンクリート硬化後にこれをかき出して人工ひび割れを導入した。表-1は使用したコンクリートの配合条件および特性値を示している。

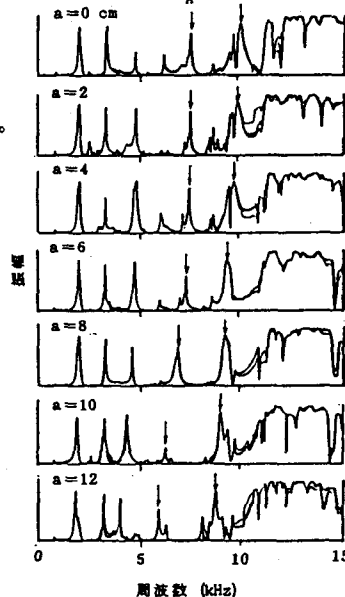
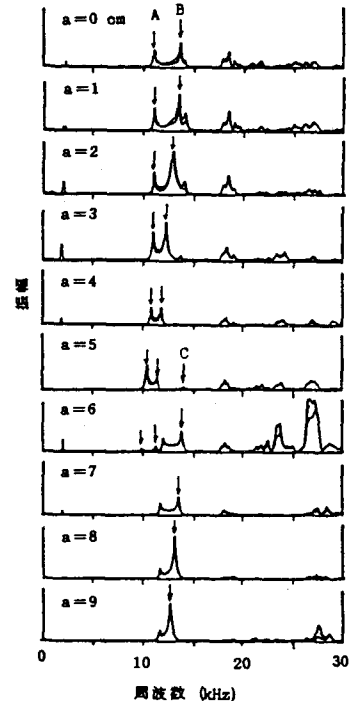
応答スペクトルの測定はひび割れを中心に左右5cmの位置に発信および受信センサを取り付けた後、スペクトル振幅が適当な大きさになる様に発信電圧。および受信波増幅率を調整して測定した。鉄筋コンクリート部材の測定においては、特に低周波数領域の感度を良くするため、発信側にAEセンサを、受信側に圧電加速度計(707, TEAC)を使用した。他は全て発信及び受信共にAEセンサを使用した。測定した周波数領域は鉄筋コンクリート部材では0~15 kHz間、他は0~30 kHz間とした。測定は発信および受信センサを各3回ずつ付け直して測定した。

3. 結果および考察 図-1は $10 \times 10 \times 40$ cm無筋コンクリート角柱供試体における、ひび割れ深さ $a=0 \sim 9$ cmまで1cm毎の増加に伴う応答スペクトルの変化状況を示している。図中のピークA, B, Cは a の増加に伴って漸次低周波数側へ移動する様子が判る。同様に図-2中の $15 \times 10 \times 80$ cm鉄筋コンクリート部材における応答スペクトルにおいても a の増加に伴って低周波数側へ移動する数個のピークが存在していることが判る。図-3は $10 \times 15 \times 80$ cm鉄筋コンクリー

表-1 コンクリートの配合条件および特性値

ϕ_{max} (mm)	Slump (cm)	Air (%)	W/C (%)	S/a (%)	W	O_2	E_0 $\times 10^3$	E_1 $\times 10^3$	ν
30	9	1.3	57	40	180	408	3.43	3.25	2.2

ϕ_{max} は粗骨材最大寸法 E_0 は初期弾性係数 (kg/cm^2)
W は単位水量 (kg/m^3) E_1 は割断弾性係数 ()
Q は圧縮強度 (kg/cm^2) ν はポアソン比

図-2 $15 \times 10 \times 80$ cm鉄筋コンクリート部材における a の増加に伴う応答スペクトルの変化状況図-1 $10 \times 10 \times 40$ cm無筋コンクリート部材における a の増加に伴う応答スペクトルの変化状況

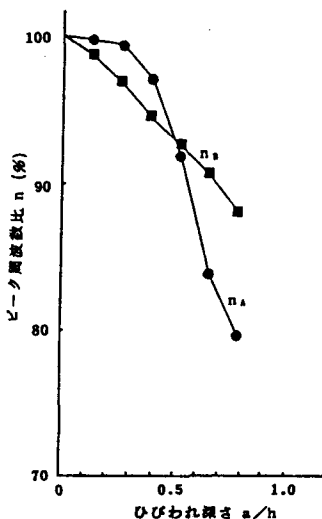


図-3 10×15×80cm鉄筋コンクリート部材の a/h と n_A, n_B との関係

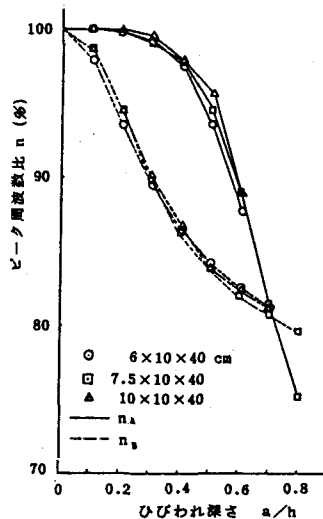


図-4 h, L が一定における b の変化に伴う n_A, n_B と a/h との関係

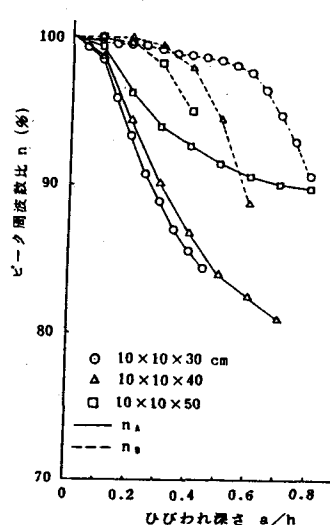


図-5 b, h 一定における、 L の変化に伴う n_A, n_B と a/h との関係

ト部材における a/h の増加に伴うピーク周波数比 n ($n = f_n / f_0$, f_A : ひび割れ深さ a におけるピーク周波数, f_0 : ひび割れ導入前のピーク周波数, ピークA, ピークBに対する値) の変化状況を示している。これより、無筋および鉄筋コンクリート共に、本方法によるひび割れ深さ評価の可能性があることが判る。

図-4 は $h=10\text{cm}$, $L=40\text{cm}$ で幅 $b=5, 7.5, 10\text{cm}$ と変化する無筋コンクリートの場合における a/h の増加に伴う n_A, n_B の変化状況を示している。 $b=5\sim 10\text{cm}$ の範囲内においては、両者共に n_A, n_B の変化に大きな差はないことが判る。一方、図-5 は $h=10\text{cm}$, $b=10\text{cm}$ で $L=30, 40, 50\text{cm}$ と変化する場合は a/h の増加に伴う n_A, n_B の変化状況を示している。 L が増加すれば n_A は曲線勾配が急に、逆に n_B は緩やかになることが判る。この n 曲線の勾配の変化の原因については、現段階では不明である。

図-6 は $b=10\text{cm}$, $L=40\text{cm}$ と一定で $h=5\sim 15\text{cm}$ まで 2.5cm 毎に変化する場合の、無ひび割れ部材における h の増加に伴う応答スペクトルの変化状況を示している。 h の増加に伴って次第に低周波数側へ移動する数個のピークが存在していることが判る。これは、FEM解析(図-7)においても同様の傾向が認められることから、妥当なものと考えられる。ここでは示されていないが、この場合における a/h の増加に伴う n 曲線の変化もかなり大きい様である。

3. 結論 以上のことから、本方法は鉄筋及び無筋コンクリート部材共にひび割れ評価の可能性を持つことが判るが、部材の長さや高さの相違に対するピーク周波数比の変化が大きいため、部材寸法毎に参照曲線を作成するのが望ましいであろう。本方法は、例えば工場製品の様に、定まった部材寸法を持つ部材に対する品質管理等への適用が期待される。

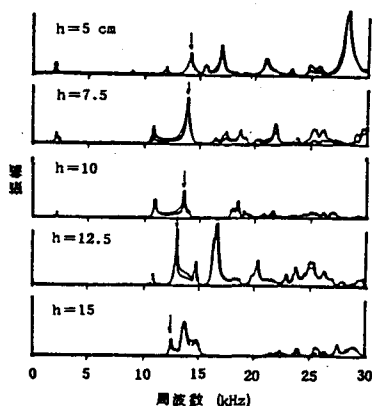


図-6 b, L 一定の無ひび割れ部材における h の増加に伴う応答スペクトルの変化状況

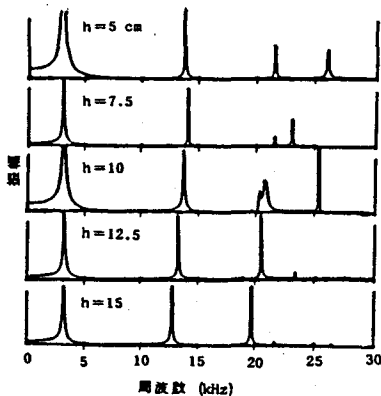


図-7 L 一定で h が増加する場合の無ひび割れ部材のFEM 2次元共振解析結果