

I-296

複合円板部材中を伝播する
応力波に関する実験的研究

北見工業大学

北見工業大学

日本大学生産工学部

北海道開発コンサルタント

正員 三上修一

正員 大島俊之

正員 能町純雄

正員 重清浩司

1. はじめに

実構造物の老朽度や損傷の程度を判定し、その残存寿命を評価するためには、各構造要素についてひび割れ形状の把握や、材料劣化度の判定などいくつかの因子に対する損傷度を総合化する評価法の確立が必要である。また残存寿命の支配的な因子については損傷の現況にもとずきさらに詳細な解析が必要な場合もある。以上のような理由により、構造物の内部で発生した損傷の程度を知ることが、構造物の健全度を診断し、適切な維持・補修の時期、規模を決定する上で重要な要素である。著者らは、これまでにモルタル円柱供試体および円板供試体を用いた応力波速度による内部構造の同定実験を行い、応力波を用いた内部構造同定はある程度の精度が得られることを明らかにしてきた。^{1), 2)} 本研究では、これまでの超音波探傷システムの受信系統を3系統にし、同時に3点で受信波形を観測できるように改良を行い、モルタル円板供試体にこのシステムを用いて、そこで観測された波形に関する解析結果からモルタル内部の構造が観測波にどのような影響を与えるかを考察した。

2. 実験概要

実験は、図1に示すようなブロックダイアグラムの超音波探傷システムを用いて行った。このシステムは、TransmitterにAE-901S（共振周波数140kHz）を、ReceiverにAE-906S（共振周波数1500kHz）を用い、センサーは図1に示すようにTransmitterに対して反対側に受信位置1、中間に受信位置2、3として配置した。Transmitterへの入力はPulse Generatorより電圧10V、継続時間10 μ sの方形波を加えて供試体に応力波を伝えた。サンプリング間隔は250nsecとした。

供試体は、 $\phi 300 \times 30$ mmのモルタル円板中に表1に示すような種類の部材を入れて作成した。内部部材は材質比較4種類、直径による寸法比較3種類、形状比較のため、楕円板の短軸（表中の寸法は長軸 $\times$ 短軸）の長さを変えた、また特殊な形状として正三角板、スリット、鉄筋の付着不良モデルの供試体も作成した。同時にモルタル角柱供試体を作成しモルタルの応力波伝播速度を決定した。伝播速度は4.3km/sec、密度は2.133g/cm³であった。

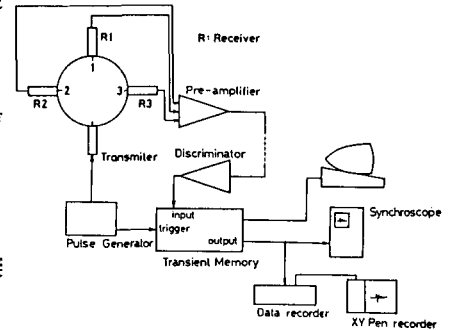


図1 ブロックダイアグラム

表1 円板供試体の種類

番号	材質	形状	寸法 (mm)
No 1	モルタル	基準供試体	
No 2			
No 3		小円板	$\phi 50$
No 4		中円板	$\phi 75$
No 5	スタイロフォーム	大円板	$\phi 100$
No 6		楕円板	100 $\times$ 50
No 7		楕円板	100 $\times$ 75
No 8		楕円板	100 $\times$ 10
No 9		正三角板	一辺100
No 10		小円板	$\phi 50$
No 11	軟石	中円板	$\phi 75$
No 12		大円板	$\phi 100$
No 13		小円板	$\phi 50$
No 14	空洞	中円板	$\phi 75$
No 15		大円板	$\phi 100$
No 16		小円板	$\phi 50$
No 17		中円板	$\phi 75$
No 18	鉄筋	大円板	$\phi 100$
No 19		大円板	$\phi 100$ (付着面半分)
No 20	紙		100 $\times$ 3

3. 実験結果

ここでは、材質と直径について着目して考察を行うことにする。図2は受信位置1におけるP波到達時間を、内部部材の材質、直径について比較したものである。図中縦軸は、モルタルのみの供試体(供試体1、2)で行った実験の受信位置1でのP波到達時間 t_m ($t_m=70\mu\text{sec}$)で、P波到達時間 t を割ったものである。また横軸は、内部部材の直径である。これによると、内部部材の径が大きくなると一様に到達時間も大きくなる傾向

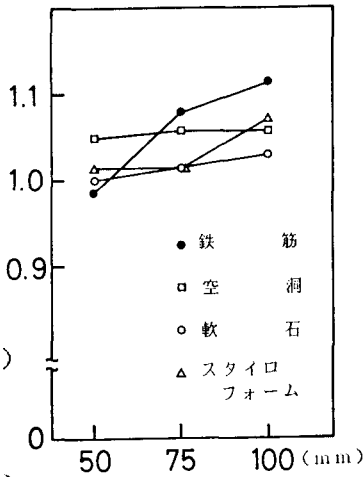


図2 P波到達時間の比較

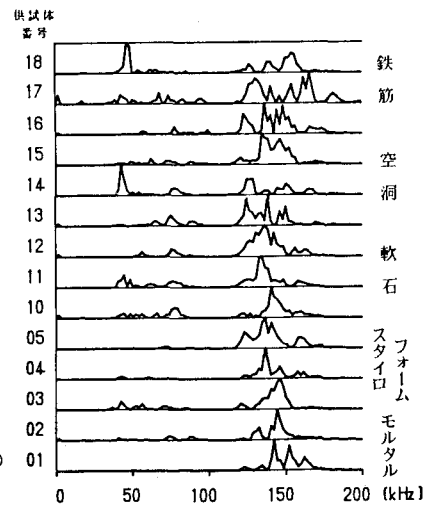


図3 周波数解析(受信位置1)

がある。またその傾向は、鉄筋、空洞、スタイロフォーム、軟石の順で大きくなった。鉄筋のように弾性係数の大きい部材が内部にある場合には受信位置1における観測波の到達時間は早くなることが考えられる、実際には鉄筋の径が大きくなるほど到達時間は遅くなっている、これは応力波の伝播経路における散乱の影響が原因と考えられる。受信位置2、3におけるP波到達時間は全ての供試体でP波速度4.3km/secより求めた到達時間と一致している。

図3、図4は各供試体ごとに行った周波数解析の結果を縦方向に並べてまとめたものである。横軸に周波数(kHz)をとり、縦軸は最大パワースペクトルで基準化している。図3は、受信位置1での波形の解析結果で、モルタルのみのときに現れていた140kHzのピークは、120~160kHzまでに数多くのピークがみられるようになる。また境界の影響と考えられる小さなピークが40~80kHzにみられる。図4は受信位置3での波形の解析結果で、境界の影響を強く受けていると考えられる15kHz、40~50kHzのピークがみられる。図3で見られる120~130kHzの内部部材の影響と考えられる周波数は見られない。

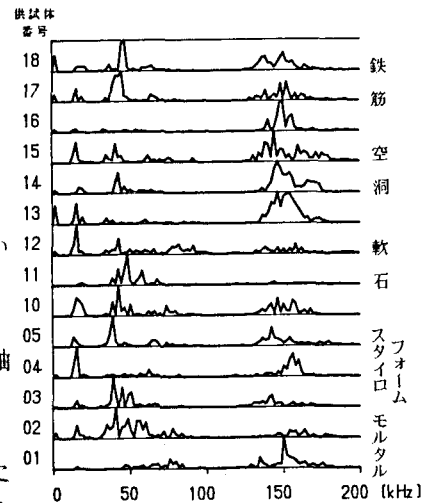


図4 周波数解析(受信位置3)

4. おわりに

今回の解析では周波数、到達時間に関する内部構造の特性が概略明かとなった。今後はこの結果と波形の比較、波動散乱問題に関する理論的解析を併せて行う必要がある。この研究は、文部省科学研究費補助金(奨励研究(A))の交付を受けて行った研究であります。

参考文献

- 1) 三上、大島、重清、能町：応力波速度による構造物の健全度評価、土木学会北海道支部論文報告集、第42号、P137-P140、1986。
- 2) 三上、大島、重清、能町：応力波速度による内部構造の探査に関する実験的研究、土木学会北海道支部論文報告集、第43号、P139-P142、1987。