

マイクロ波の反射波特性を用いた内部欠陥探査結果に及ぼす照射条件の影響

東京理科大学	学生員	○根岸 稔	東京理科大学	正会員	辻 正哲
京橋メンテック	非会員	並木 宏徳	京都大学	非会員	篠原 真毅
京都大学	非会員	三谷 友彦	神戸大学	非会員	竹野 裕正

1. はじめに

コンクリート構造物において内部欠陥の存在は、表面剥離、鉄筋腐食、凍害等による劣化を引き起こす要因であり、早期発見することが重要である。近年、電磁波、電磁誘導、弾性波、X線、マイクロ波などを使ってコンクリート内部を調べる様々な非破壊検査方法が研究開発されている。それらの中でも、内部欠陥を検出する方法として、マイクロ波の反射波特性を用いた方法に着目した。しかし、欠陥部上と健全部上では反射波特性が相違することは明らかとなっているものの、照射条件が変化するとその相違の状態が大きく変化する。

本研究では、内部欠陥上におけるマイクロ波の反射波特性に及ぼすマイクロ波の照射条件の影響について検討した結果を報告する。

2. 実験概要

2.1 供試体

実験では、内部欠陥探査を目的として H150×W530×D150mm の供試体を 10 体作製(図-1 参照)し、内部欠陥を各供試体につき 2 箇所設けた。内部欠陥は、コンクリート表面と平行な面に H70×W65 の矩形とし、その厚さ(深さ方向)を 10、20 および 30mm の 3 段階に変化させた。欠陥のコンクリート表面からの最短距離(欠陥かぶり)は、10mm から 130mm の範囲で 10mm ずつ変化させた。内部欠陥の作製には、発泡スチロールをコンクリート中の所定の位置に埋め込み、ストローを用いて固定し、コンクリートの硬化後にストローを抜き取った。その後、アセトンにストロー跡から注入し、発泡スチロールを溶解洗浄して空洞を作製した。なお、実験では、水セメント比 55% の一般的なコンクリートを用いた。

2.2 測定方法

実験では、マイクロ波発生装置を用いて供試体へマイクロ波を照射し、健全部および欠陥部上の反射電力

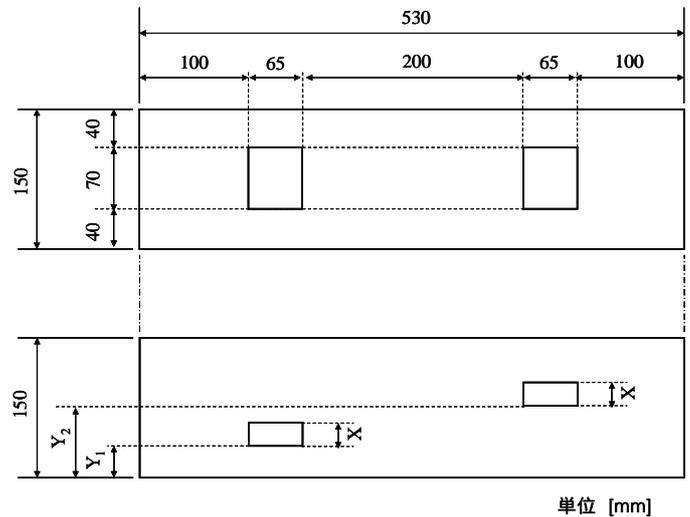


図-1 供試体寸法

を測定した。マイクロ波発生装置の導波管先端と供試体表面の間隔(照射距離)は0mmから80mmまで10mmごとに9段階に変化させた。なお、マイクロ波の周波数は 2.45GHz、照射出力は1000Wとした。

また、波長の違いによる影響も調べるため、ダイポールアンテナを用いて、周波数帯を2.45GHz～2.75GHzまで変化させ、反射率を測定した場合についても検討した。なお、照射条件は、照射距離0mm、照射出力は1mWとした。

3. 実験結果および考察

3.1 照射距離の影響

図-2 は、各欠陥かぶりにおける照射距離と反射電力の関係を示している。反射電力は、照射距離 0mm および 50mm 付近で極大値を示し、20mm および 80mm 付近で極小値を示す結果となった。これは、マイクロ波の気中での波長が約 122mm であり、照射距離が 0mm および 50mm ではコンクリート表面で腹となり、照射距離が 20mm および 80mm では節に相当している影響によると考えられる。また、照射距離が長くなるにつれて、マイクロ波の広がり空気中の減衰より反射電力

キーワード 非破壊検査 内部欠陥 マイクロ波 反射波 透過波

連絡先 〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641 TEL04-7124-1501(内線 4054) E-mail:saori@rs.noda.tus.ac.jp

が小さくなることも確認できた。

欠陥部では、どの照射距離においても反射電力に変化が生じた。しかし、その変化は健全部に比べ大きい場合や小さい場合がある。これは、欠陥かぶりに応じて欠陥部での反射波がコンクリート表面に至るまでの距離が変化するため、コンクリート表面からの反射波との位相のずれが原因として考えられる。

3. 2 内部欠陥の深さおよび厚さの影響

図-3は照射距離0mmにおける欠陥深さと反射電力の関係を示したものである。これより、内部欠陥のかぶりによって反射電力が増減を繰り返しながら、徐々に欠陥深さの増大に伴い反射波電力は小さくなる傾向を示している。また、内部欠陥部での反射電力は、そのほとんどが健全部と比べ大きくなる傾向を示すものの、欠陥厚さ10mmではかぶり50mm、欠陥厚さ30mmではかぶりが40mmおよび60mmで健全部よりも反射電力が小さくなる結果となった。これらは、欠陥部での反射波とコンクリート表面での反射波の位相差が変化することで合成波が強めあったり弱めあったりすることによると考えられる。また、同じかぶりであっても内部欠陥の厚さが変わると反射電力も異なった値を示している。これは、内部欠陥厚さによって欠陥背面での反射波と欠陥前面での反射波の位相差によると考えられる。

3. 3 波長による影響

図-4および図-5は、それぞれ欠陥かぶり10, 20mmおよび50, 60mmにおける反射率を示したものである。これは、照射距離0mm、欠陥厚さ30mmの時の値であるが、欠陥部と健全部の境界上では反射率は減少し、欠陥直上では増加している。しかし、本実験からは、かぶりが100mmを超えるものに関しては、判定ができなかった。

4. まとめ

反射波は照射距離や欠陥かぶりだけでなく、欠陥厚さの影響も受けることが明らかとなった。また、欠陥部上において反射電力の変化を確認することができ、反射波特性的な変化から内部欠陥位置を推定できる可能性が示された。さらに、波長を変化させることで、かぶりの浅い欠陥については位置の推定ができる可能性が示された。

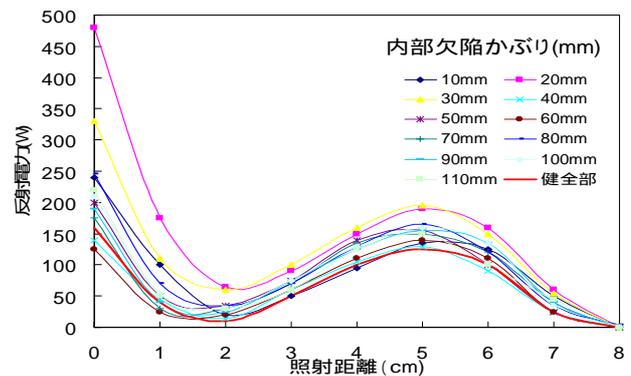


図-2 照射距離と反射電力の関係(欠陥厚さ 30mm)

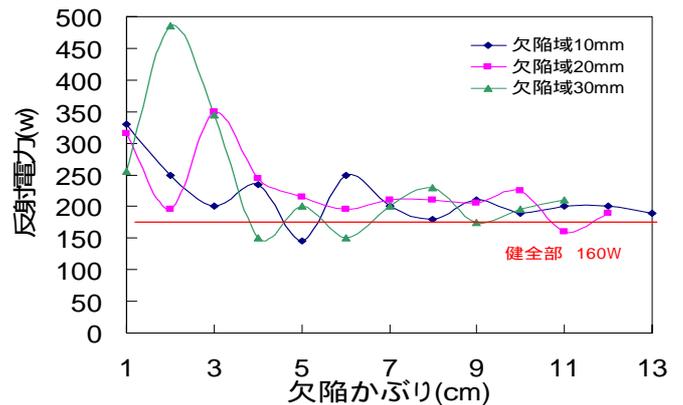


図-3 欠陥かぶりと反射電力の関係(照射距離 0mm)

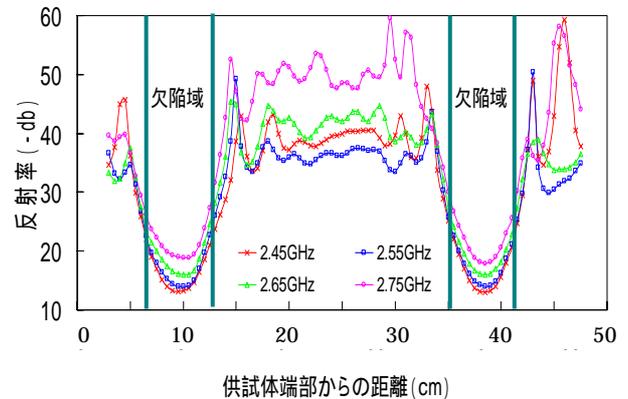


図-4 欠陥かぶり 10, 20mm での反射率

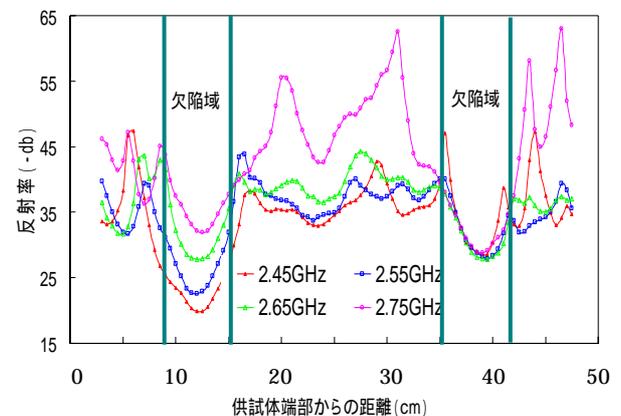


図-5 欠陥かぶり 50, 60mm での反射率