



岐阜大学機関リポジトリ

Gifu University Institutional Repository

打撃による弾性波を用いたコンクリートの欠陥評価手法

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2008-02-26 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 浅野, 雅則 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12099/1937

氏名(本籍)	浅野雅则(岐阜県)
学位の種類	博士(工学)
学位授与番号	甲第 216 号
学位授与日付	平成 16 年 3 月 25 日
専攻	生産開発システム工学専攻
学位論文題目	打撃による弾性波を用いたコンクリートの欠陥評価手法 (Evaluation of defects in concrete by using impact-generated elastic wave)
学位論文審査委員	(主査) 教授 六郷 惠 哲 (副査) 教授 森本 博 昭 教授 奈良 敬 助教授 鎌田 敏 郎

論文内容の要旨

コンクリート構造物中の各種の欠陥は、構造物の耐荷性能や耐久性を損なうばかりではなく、コンクリート片の落下による事故のような第三者被害を引き起こす可能性も有している。既設コンクリート構造物の欠陥を迅速に発見するとともに新設コンクリート構造物の施工の确实性を簡便に確認するには、非破壊試験手法が有効である。

この論文では、コンクリートの表層部にある空隙、プレストレストコンクリート構造物のグラウト内の充填不良部、腐食や荷重作用により生じるコンクリート下水管路のひび割れや管厚減少を対象として、打撃による弾性波を用いた非破壊試験手法により評価を行い、手法の特徴を明らかにし、手法の妥当性の確認と改善とを行った。

この論文の成果は、次のとおりである。

(1) コンクリート表層部の空隙の評価

打撃音は主にたわみ共振現象に強く影響されるため、このことを活用したコンクリート構造物表層部の欠陥評価手法について検討を行った。周波数分布以外の波形パラメータ(最大振幅値・波形減衰時間)を用いた検討を行い、打撃音のパラメータの感度について考察した。実験に加えて3次元FEM解析を行い、現象の物理的な解釈を試みた。

周波数分布は、欠陥の直径を表現するのに適したパラメータであり、欠陥の形状にほとんど関係ないことを示した。最大振幅値と波形減衰時間は、欠陥の深さに影響されることを明らかにした。周波数分布のピーク周波数と最大振幅値を組み合わせる用いることにより、欠陥直径の評価に加え、相対的な欠陥深さを評価可能なことを示した。

(2) PC構造物のグラウト充填不良部の評価

グラウト充填度評価における弾性波特性パラメータの適用性および有効性について検討した。パラメータとして、弾性波伝播速度、最大振幅値、立上がり時間および周波数分布を用いた。部材を構成する材料が弾性波パラメータに与える影響について検討し

た。実構造物に対して実験を行い、弾性波パラメータの実用性について検討した。

弾性波伝播速度は、グラウト充填度が増加するにつれて徐々に小さくなる傾向を示した。この傾向は FEM 解析によっても確認している。グラウト充填度 0%と 100%における値は、それぞれ PC 鋼材の棒波速度と、コンクリートの 3 次元速度の理論値に良く一致しており、弾性波伝播速度の基準値を設定できる可能性があることを明らかにした。最大振幅値、立上がり時間および周波数分布は、グラウト充填度により変化するものではなく、完全充填された場合に顕著な変化を示すパラメータであることを明らかにした。

(3) コンクリート下水管路のひび割れと管厚の評価

衝撃弾性波法によるコンクリート下水管路の定量的評価を目的として、周波数分布や波形パラメータ(最大振幅値、波形減衰時間)を用いて検討した。下水管の劣化として、ひび割れと管厚の減少を取りあげ、これらの劣化程度と各種評価パラメータとの関係を実験により検討した。実験に加えて 3 次元 FEM 解析を行い、パラメータの感度を解析的に検討した。

周波数分布は、ひび割れおよび管厚の減少の両者を評価できるパラメータあり、それらの程度までも評価できることを明らかにした。最大振幅値はひび割れ評価に適しており、波形減衰時間は管厚の変化に敏感なパラメータであることを明らかにした。埋設状況が周波数分布に与える影響は小さいことを示した。

(4) 効果的な欠陥評価手法の提案

より効果的な欠陥評価手法として、次のような提案を行った。

- ① 表層部欠陥評価では、周波数分布を基本として、波形パラメータを補助的に用いる。
- ② PC グラウト充填度評価では、弾性波伝播速度を基本とし、充填か未充填かの確認に波形パラメータや周波数分布を用いる。
- ③ 下水管路劣化評価では、周波数分布を基本として、波形パラメータの変化により、ひび割れか管厚の減少かを評価する。

論文審査結果の要旨

この論文では、コンクリートの表層部にある空隙、プレストレストコンクリート構造物のグラウト内の充填不良部、腐食や荷重作用により生じるコンクリート下水管路のひび割れや管厚減少を対象として、打撃による弾性波を用いた非破壊試験手法により評価を行い、手法の特徴を明らかにし、手法の妥当性の確認と改善とを行っており、有用性が認められる。この論文は、次に詳しく示すように重要な研究結果を含んでいる。特に、各評価パラメータの適用性を実験ならびに解析により総合的に明らかにするとともに、パラメータの特徴を生かした利用方法の提案は高く評価される。したがって、審査の結果、この論文を学位論文に値するものと判定した。

(1) コンクリート表層部の空隙の評価

周波数分布は、欠陥の直径を表現するのに適したパラメータであり、欠陥の形状にほと

んど関係ないことを示している。最大振幅値と波形減衰時間は、欠陥の深さに影響されることを明らかにしている。周波数分布のピーク周波数と最大振幅値を組み合わせて用いることにより、欠陥直径の評価に加え、相対的な欠陥深さを評価可能なことを示している。

(2) PC 構造物のグラウト充填不良部の評価

弾性波伝播速度は、グラウト充填度が増加するにつれて徐々に小さくなることを、実験ならびに FEM 解析により示している。グラウト充填度 0% と 100% における値は、それぞれ PC 鋼材の棒波速度と、コンクリートの 3 次元速度の理論値に良く一致しており、弾性波伝播速度の基準値を設定できる可能性があることを明らかにしている。最大振幅値、立上がり時間および周波数分布は、グラウト充填度により変化するものではなく、完全充填された場合に顕著な変化を示すパラメータであることを明らかにしている。

(3) コンクリート下水管路のひび割れと管厚の評価

周波数分布は、ひび割れおよび管厚の減少の両者を評価できるパラメータあり、それらの程度までも評価できることを明らかにしている。最大振幅値はひび割れ評価に適しており、波形減衰時間は管厚の変化に敏感なパラメータであることを明らかにしている。

(4) 効果的な欠陥評価手法の提案

この研究の成果を踏まえ、より効果的な欠陥評価手法として、次のような提案を行っている。

- ① 表層部欠陥評価では、周波数分布を基本として、波形パラメータを補助的に用いる。
- ② PC グラウト充填度評価では、弾性波伝播速度を基本とし、充填か未充填かの確認に波形パラメータや周波数分布を用いる。
- ③ 下水管路劣化評価では、周波数分布を基本として、波形パラメータの変化により、ひび割れか管厚の減少かを評価する。

最終試験結果の要旨

(1) 公表論文

この論文の主要部分は論文として既に発表済み（審査付き論文 9 編，国際会議論文 8 編，シンポジウム論文 3 編）である。この論文が学位論文として完成された内容を有することを確認した。

(2) 修得単位

指定された単位を修得していることを確認した。

(3) 公聴会

公聴会を開催して審査を行っている。学位審査委員会で審議の結果、最終試験に合格と判定した。