

弾性波インパクト装置の定量的較正法に関する研究

熊本大学工学部社会環境工学科

学生会員 ○廣田 遼次

熊本大学大学院自然科学研究科

学生会員 永井 勇輔

熊本大学工学部技術部

正会員 友田 祐一

熊本大学大学院自然科学研究科

フェロー会員 大津 政康

1.はじめに

本研究では、PC グラウト未充填部やコンクリート欠陥部を検出する非破壊検査手法の一つであるインパクトエコー法で用いる弾性波入力装置を現場仕様として開発し、その性能の定量的較正を行った。

2.弾性波入力装置

バネの復元力で、装置先端部に取り付けたチタン製あるいはアルミ製弾頭で検査対象物に衝撃を与える入力装置の較正を行った。今回は、軽量小型化、弾頭取り替えの容易化、入力時の安定性向上を図った新たな入力装置を開発し、同様に較正を行った。(以後、前者を旧装置、後者を新装置と呼ぶ)



写真-1 (左下)弾頭部 (上)旧装置 (下)新装置

3.実験・解析概要

3.1.衝撃入力時の周波数スペクトル解析

供試体(200mm×400mm×400mm)に入力装置および鋼球落下により弾性波を与え、その速度波形をレーザー振動計で検出し(図-1)、得られた速度波形に Lamb 解(LG^H)を適用し、周波数スペクトルを導出する。速度波形 $v(t)$ および衝撃力の伝搬経路情報を与えた Lamb 解 $G^H(t)$ を高速フーリエ変換することで得られる $V(f)$ 、 $LG^H(f)$ を求め、以下の式より、衝撃力の周波数スペクトル $F(f)$ を求めた。

$$V(f) = D^2 LG^H(f) \cdot F(f)$$

ここで、 $V(f)$ は検出された速度波形、 $D^2 LG^H(f)$ は Lamb 解の2階微分である。

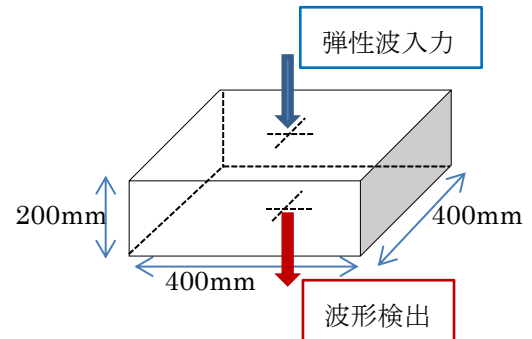


図-1 周波数スペクトル解析実験

3.2.装置の最大衝撃入力荷重解析

検査対象物に鋼球を落下させて当てた際に、与えられる衝撃力波形のスペクトルを求め、入力応答 $F(f)$ を明らかにする。一方で、入力装置の衝撃力波形の最大振幅を求め、鋼球落下時の波形最大振幅と最大荷重の関係をもとに、装置の最大衝撃入力荷重を導出した。ここで、鋼球落下時の最大荷重は以下の式により求めることが可能である。

$$F_{max} = \frac{m\sqrt{2gh}}{0.637T_c}$$

ここで、 m は鋼球質量、 g は重力加速度、 h は鋼球落下高さ、 T_c は Herz 理論に基づいた鋼球の接触時間である。

3.3.SIBIE 解析

開発した新入力装置の実用性および装置の周波数特性が SIBIE 解析結果に与える影響について確認するために、図-2 のモデル供試体を用いて実験を行った。

供試体は、実構造のボックス床板をモデル化した(500mm×1000mm×2000mm)の寸法のものであり、断面内部には、図-2 に示すようにグラウトが充填・部分充填・未充填の3本のシース管を有している。

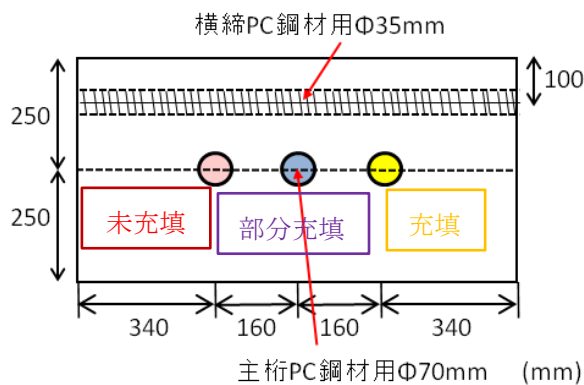


図-2 モデル供試体断面図

4.実験・解析結果および考察

4.1.周波数スペクトル解析結果

鋼球(20mm 径, 12mm 径)落下による衝撃入力時および装置(チタン弾頭, アルミ弾頭使用)による衝撃入力時の周波数スペクトルを求めた結果を図-3に示す。

チタン弾頭(新装置)は0~20kHz, その他の条件では, 0~10kHz 程度の周波数領域を持つことが確認された。また周波数が低くなるほど大きく増幅されることが読み取れ, 入力地点から近い位置にある, 反射の影響を強めることが分かった。

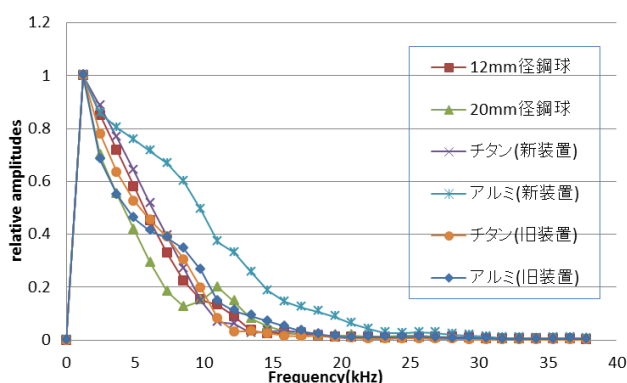


図-3 周波数スペクトル解析結果

4.2.最大衝撃入力荷重解析結果

鋼球落下時の最大振幅-最大荷重関係を基準にして, インパクト装置における最大入力荷重を校正した結果を表-1に示す。新装置より旧装置の方が最大入力荷重は大きく, また, アルミ弾頭よりチタン弾頭を用いる方が大きな荷重が入力される

ことが明らかになった。現場試験では入力時の荷重が大きいほど, より明確な波形検出を行うことが可能であると考えられ, 軽量化は図られたが, 装置の改良はさらに必要なことが認められた。

表-1 最大入力荷重結果

装置	弾頭	最大入力荷重(N)
新	チタン	278.6
	アルミ	199.6
旧	チタン	689.7
	アルミ	406

4.3.SIBIE 解析結果

新装置を用いて, シース管入り供試体を対象に, 供試体の左側から入力した場合で SIBIE 実験を行った結果を図-4に示す。

グラウトの未充填部および部分充填部の検出が可能であることが確認された。

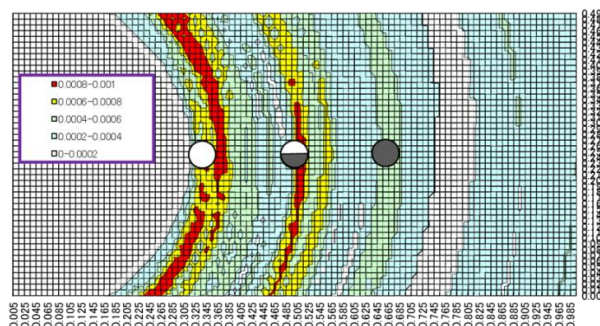


図-4 SIBIE 解析結果

参考文献

- 1) 白鳥雅也・桧貝勇・岡村雅樹：軽い衝撃荷重を受けるコンクリート部材の応答解析, コンクリート工学年次論文報告集 Vol.14, No1, 1992
- 2) 園田崇博・山田雅彦・大津政康：インパクトエコー法における衝撃入力の定量的評価法の開発, コンクリート構造物の補修, 補強, アップグレード論文報告集 11 巻