

V-208

コンクリート打撃音の振幅の評価に関する一考察

佐藤工業(株) 正会員 伊東 良浩
 東京大学 正会員 魚本 健人

1. はじめに

コンクリート表面を打撃して得られる打撃音は、打撃されたコンクリート表面の振動と密接な関係を持つ。したがって打撃音の振幅、周波数、残響時間などからコンクリートの振動特性およびその要因である材料特性や寸法、さらに欠陥の有無などを予測することが可能と考えられ、コンクリートのひびわれが打撃音の周波数に影響を及ぼすことについては既に述べた¹⁾。本研究では主に打撃音の振幅に着目し、コンクリートの欠陥の有無を評価する方法について検討した。

2. 厚さの異なるコンクリート供試体の打撃音

実験は、まず図-1に示すように10x10x40cmの供試体を標準として、その厚さを7cm、3cmと変化させた場合の打撃音を測定した。打撃は、供試体中央部に鉛直上方の一定の高さ（5cm）から鋼球を落下させて行い、主にたわみ振動によって生じる打撃音を測定をした。また、測定データのばらつきを把握するために、各厚さごとに100回ずつ測定した。供試体コンクリートの配合および物性は表-1に示すとおりである。

図-2に各厚さごとの波形の最大振幅の平均値、標準偏差を示す。図よりコンクリート厚さが大きくなるほど最大振幅が小さくなり標準偏差も小さくなっていることがわかる。振動面の大きさを一定と考えると、与えるエネルギーが一定の場合は、剛性の違いなどにより対象物が振動しやすいほど打撃音の振幅は大きくなることが明らかである。したがって、同一形状とみなせる構造物において、健全部に比べてコンクリートの剥離箇所や浅部に空隙のある箇所では振幅が明らかに大きくなると予測される。

図-3は厚さ10cmの場合の振幅を平均値で除して振幅比とし正規確率紙にプロットしたものである。図より振幅分布はほぼ直線状であり、振幅のばらつきは正規分布していると考えられる。また他の厚さのものについてもほぼ同様の結果が得られた。このようなばらつきは、コンクリート表面の局所的な品質のばらつきと、打撃をまったく同一に行うことが困難であることの2点に大きく原因があると考えられる。逆に打撃方法に起因するばらつき、および健全なコンクリートにおいても生じるばらつきの程度を

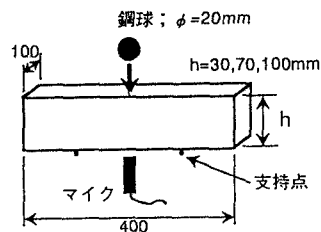


図-1 実験の概要

表-1 供試体コンクリート

W/C %	単位体積重量 t/m ³	σ_{91} kgf/cm ²	弾性波速度 km/s	動弾性係数 tf/m ²
60	2.35	381	4.3	4.4×10^6

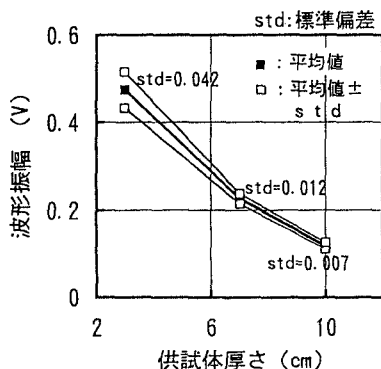


図-2 厚さを変化させた場合の打撃音の最大振幅

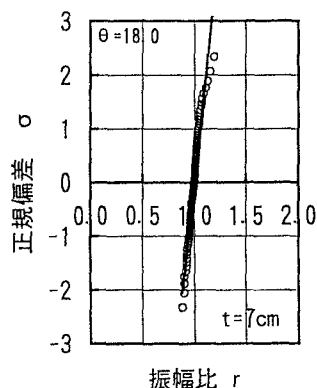


図-3 振幅のばらつき

あらかじめ把握しておくことができるならば、その範囲を越えるばらつきが生じた場合には、コンクリートに何らかの異常があると判断できるものと考えられる。

3. 実構造物における打撃音の測定

実構造物において前述のような評価が可能であることを確認するためコンクリート建築物の屋上高欄の長さ 22mの区間を50cmピッチで各箇所3回ずつ打撃した。図-4は打撃音の測定状況を示したもので、図に示すように鋼球を一定距離から振り子式に高欄に衝突させて打撃を行い、できるだけ打撃エネルギーが一定になるようにした。

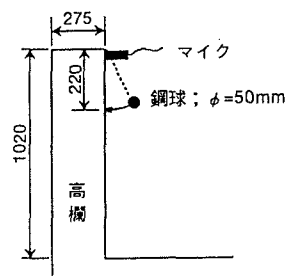


図-4 高欄部での測定

図-5は、測定結果の中で最も振幅の小さい地点の一つについて、前述のように100回測定を繰り返したときの振幅を平均値で除し正規確率紙に示したものである。供試体コンクリートの場合に比べて、ばらつきが大きく変動係数は0.2程度となったが、この場合にもばらつきは正規分布していることがわかる。図-6aは全区間の測定振幅を正規確率紙に示したものであるが、この場合振幅のばらつきは明らかに正規分布をしておらず、高欄に剥離箇所などの異常箇所が存在することが明らかである。図-6bは図-6aに示したデータのうち低振幅の直線部分のみを取り出してその平均値で無次元化し、再度これらを母集団として整理した結果である。これを図-5の結果と比較するとほぼ勾配も同じであり、打撃方法によるばらつきを含めたばらつきの範囲内であることが推測される。このとき、ばらつきの限界値として 3σ を用いるとすれば、そのときの振幅比は約1.6であり（振幅では0.35V）、これをしきい値として図-6aに戻すことによって異常箇所を判定することができる。以上のことから、打撃音の振幅を用いてコンクリート構造物の異常箇所を推定する場合、あらかじめ健全な部分でしきい値を定めることが有効であると思われる。

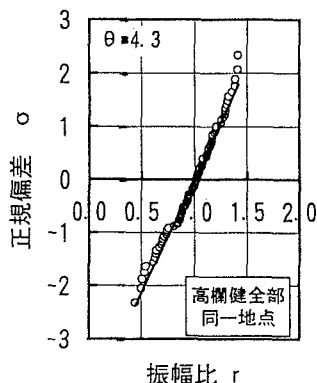
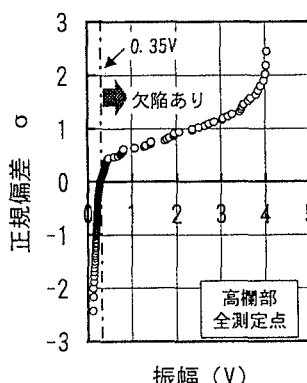
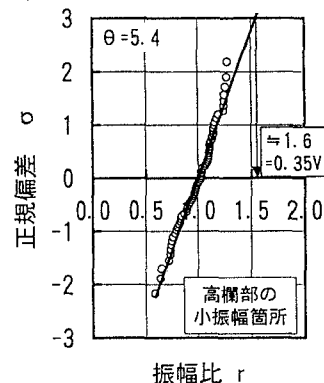


図-5 健全部同一地点での
振幅のばらつき



(a)全測点



(b)低振幅部

図-6 各測定点ごとの振幅のばらつき

4. まとめ

本研究では、コンクリート厚が小さくなり剛性が低下すると打撃音の振幅が大きくなること、振幅のばらつきは健全なコンクリートであればほぼ正規分布すること、このばらつきを考慮したしきい値の設定方法などについて述べた。たとえばコンクリート表面の劣化など振幅の低下をもたらすような損傷なども考慮する必要があるが、簡易な欠陥評価手法として有効であると考えられる。

〔参考文献〕

- 1)伊東良浩・魚本健人：コンクリートのひびわれ深さが打撃音に及ぼす影響、生産研究、VOL. 47, NO. 5, pp35-38, 1995. 5