

打音法によるコールドジョイント部の劣化損傷度評価に関する基礎研究

芝浦工業大学 正会員 勝木 太

千葉工業大学 正会員 伊東良浩

佐藤工業㈱中央技術研究所 正会員 伴 亨

1. はじめに

コンクリート構造物の劣化を促進させる物理的な要因には様々なものがあるが、そのひとつに施工不慮によって生じるコールドジョイント（以下 CJ と略記）、いわゆる接合不良面がある。一般に CJ 部には、レイタンス層がはさみ込まれるため、強度特性に影響を与える可能性が高い。したがって、乾燥収縮やクリープ等の作用を受けた場合、CJ 部に耐久性上問題となる過大なひび割れを発生させる危険性がある。よって、早期に CJ 部の強度特性を把握し、その対策を講じる必要がある。本研究では、人為的に発生させた CJ を有する供試体を利用し、打音法によって CJ 部の強度評価が可能か検討した。

2. 実験概要

(1) 供試体

本実験で使用したコンクリートの配合を表-1 に示す。配合は、CJ の発

生に大きな影響を与えるブリーディング量に着目し、W/C と単位水量の異なる配合 1 と配合 2 の 2 種類とした。なおブリーディング率は、配合 1 で 3.6%、配合 2 で 6.1%であった。

供試体の寸法は、10×10×40cm の角柱供試体および 10×φ20cm の円柱供試体とした。また打設方法は、両供試体とも高さ方向の半分までコンクリートを打設した後、表面処理をしないで残り半分を 0, 2, 4, 8, 24 時間後に打重ね、人為的に CJ を供試体中央に発生させた。なお締固めは突き棒で行うが、上層部の締固めは打重ね面まで到達しないようにした。

供試体は打重ね時間間隔毎に各 3 本作製した。なお型枠脱型は 24 時間後に行い、28 日間完封養生した。

(2) 打音法

図-1 に打音法の概略を示すが、インパルスハンマーとフード付マイクロフォンを用いて、供試体を打撃した時の打撃音応答を測定した。なお角柱供試体においてはたわみ振動の、円柱供試体については縦振動の測定を JIS A 1114-1993 に準拠して行い、それらの結果を高速フーリエ変換することによってそれぞれの卓越周波数を求めた。

(3) 各種強度試験

角柱供試体については JIS A 1106-1999 に準拠して曲げ試験を行い、CJ 部の曲げ強度を評価した。また円柱供試体については、筆者らが開発した治具を用いて直接引張試験を行い、CJ 部の引張強度を評価した。なお、直接引張試験の載荷速度は 0.5N/sec とした。

3. 実験結果および考察

図-2 に打重ね時間間隔と強度比の関係を示す。なお強度比とは、打重ねをせずに打設した配合 1 供試体（打重ね時間間隔 0）3 本の平均強度を 1 としたときの各打重ね時間間隔で打設した各供試体の強度の割合である。図より、試験結果のバラツキが大きく配合の違いによる強度比に明確な差は認められないが、打重ね時間が増加する

表-1 コンクリートの配合

配合 No.	W/C	目標スランプ (cm)	空気量 (%)	s/a	単位量 (kg/m ³)				AE剤 (ml/m ³)
					W	C	S	G	
1	50	8	5	40.2	167	334	704	1102	33.4
2	55	12	5	41.2	174	316	721	1080	31.6

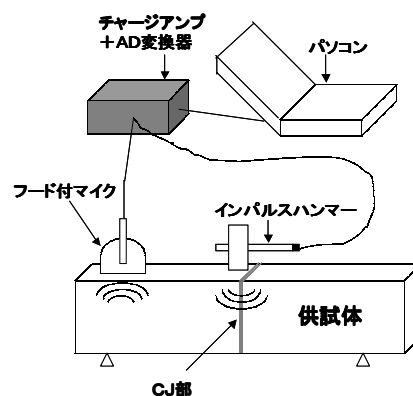


図-1 打音法の概略

キーワード：打音法、非破壊検査、コールドジョイント、たわみ共振、縦波共振

連絡先：〒108-8548 東京都港区芝浦 3-9-14・TEL 03-5476-3050・FAX 03-5476-3166

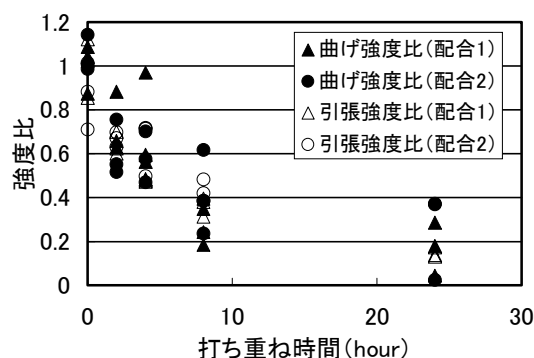


図-2 打ち重ね時間間隔と強度比の関係

に従い曲げ強度及び引張強度が低下することが分かる。

次に図-3 に卓越周波数と強度比の関係を示す。図-3 より、CJ を有する供試体の強度と卓越周波数との相関性は、たわみ共振卓越周波数のほうが高く、縦波共振卓越周波数では明確な強度の違いを評価することができないことが分かる。これは打音法による縦振動の場合、CJ 部の層が健全部と比べかなり薄いことに起因すると考えられる。

そこで、JIS A 1114-1993 に準拠してたわみ共振卓越周波数から求めた動弾性係数と曲げ強度との関係を図-4 に示す。なお図中には、全てのデータを対数近似したものも実線で示すが、曲げ強度と動弾性係数には高い相関性があることが分かる。

一方、CJ 部を有する部材の断面解析を行う場合、CJ 部の層厚や材料特性をどのように評価するか問題となる。ここでは一例として、CJ を有する角柱供試体の卓越周波数に着目し、層厚および CJ 部の弾性係数をパラメータとした 2 次元 FEM 固有値解析を行った。図-5 に解析モデルを示すが、中央の細い要素を弱層部（CJ 部仮想）とみなし、この厚さを 10mm、5mm、2mm、0mm と変化させたときの卓越周波数と弱層部の動弾性係数の関係を計算した。なお健全部分の動弾性係数は実験値より 33000N/mm²、動ポアソン比は 0.2、密度は 2.3g/cm³ とした。図-6 に解析結果を示すが、打ち重ね時間 0 のものは、たわみ共振卓越周波数から得た動弾性係数を用いれば、2 次元固有値解析結果とほぼ一致することが分かる。また弱面の厚さを薄くすればするほど、その動弾性係数の影響が小さくなることが分かる。

4. まとめ

たわみ共振卓越周波数から求めた動弾性係数と CJ 部を有する部材の曲げ強度とは高い相関性がある。縦振動による打音法では CJ 部の層厚が健全部と比較してかなり薄いため、CJ 部の強度を評価できない。実験における動弾性係数の低下を解析で弱層を設けて模擬するとすれば、弾性係数の非常に小さな薄い弱層を設けるか、ある程度の層厚があるものとしなければならない。

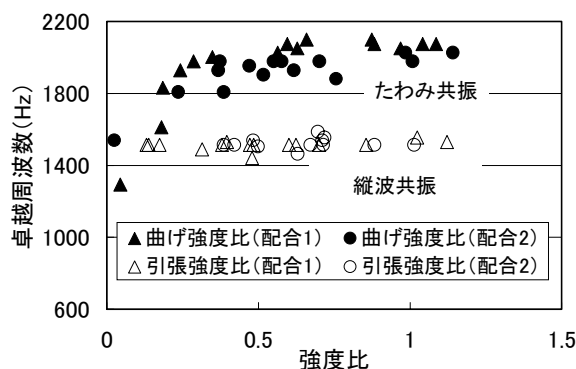


図-3 強度比と卓越周波数の関係

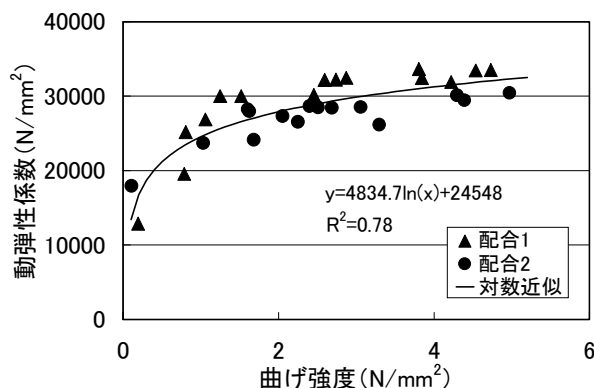


図-4 曲げ強度と動弾性係数の関係

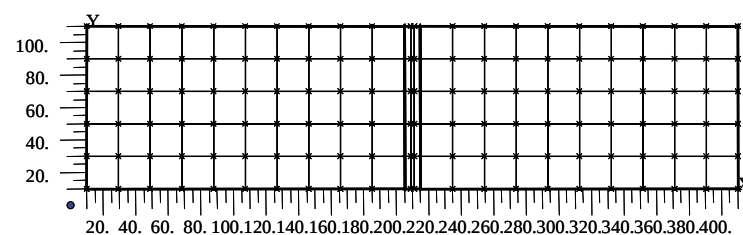


図-5 解析モデル

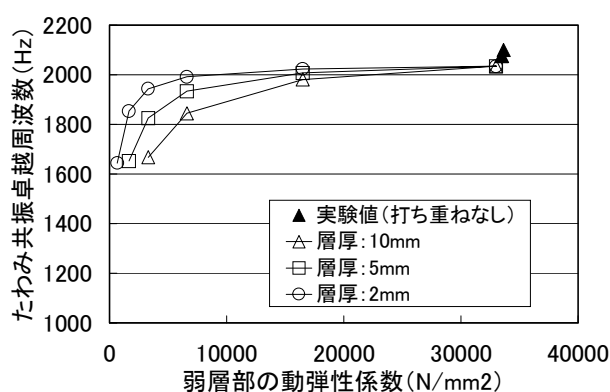


図-6 解析結果