

V-145

打音法による鋼板補強されたコンクリート柱の損傷評価

佐藤工業㈱

正会員 伊東良浩^{*1}

帝都高速度交通営団

正会員 木下 賢^{*2}

メトロ開発㈱

フェロー 中島 信^{*3}

佐藤工業㈱

正会員 荒添正棋^{*1}

1. はじめに

柱の耐震補強工法として、鋼板巻き立てによるせん断補強が多く実施されているが、高架橋駅部等では床版等の付帯構造物のために柱の頂部から脚部までの全周を巻き立てるのが困難な箇所がある。今回このような柱について、床版上は通常どおり鋼板補強し、床版下は床版を支持する布基礎のせん断補強効果や補強の容易な外周部柱のみを補強する方法の効果を確認するための実験を実施し、所定の耐震補強効果があることを確認した。

ここで、鋼板巻き立て補強を行った柱が今後地震による被害を受けた場合のことを考えると、柱の変形や鋼板表面の塗装の剥げ落ち等から柱の損傷をある程度評価可能であるが、内部のコンクリートが損傷を受けているかを判断することが難しくなると考えられる。実際、実験においても内部のコンクリートの状況を観察だけで判断することは困難であった。そこで、本論文では、鋼板補強された柱の正負交番載荷実験後の試験体を利用して、打音法により内部コンクリートの損傷が評価可能であるかを調べた。以下にその概要を示す。

2. 実験概要

実験に用いた試験体は図1に示すようなものである。柱は実構造物の1/3の寸法とし（高さ2m、断面30cm×30cm）鉄筋比等は実構造物と同等とした。また、柱には厚さ3mmの鋼板補強が施されているが、床版下の補強が困難なことを想定して柱脚部が無補強である。

case1は付帯構造物のないもの、case2は無補強部の側部を補強したもの、case3は布基礎を有するものである。これを正負交番3回繰り返して載荷により終局に至るまで頂部の回転を拘束した状態で載荷したものである。これを表1に示すような測定装置を用い、上下方向に10cmピッチで柱を挟むように打撃および打撃音の測定を行った。打撃音の測定後に鋼板の一部（載荷方向平行面）を撤去し、打撃音測定結果と比較した。なお、これまでに鋼板補強のないコンクリート柱において、打撃音および超音波法で柱の損傷とこれら非破壊試験との相関について検討を実施しており、良好な結果を得ている[1]。

3. 実験結果

載荷実験では各ケースとも終局時に無補強の柱脚部が破壊して実験を終了した。終局時の変形角はcase1が1/33rad、case2が1/25rad、case3が1/20radであった。

打撃音は以下の2通りのパラメータにより評価した。実際の測定波でこれらを示したものが図2である。

- ① 到達時間（インパルスハンマーの打撃信号ピーク発生時刻から打撃音の第1波ピーク発生時刻までの時間差）
- ② 振幅比（打撃音の第1波ピーク値をインパルスハンマーの打撃信号ピーク値で除したもの）

図1 試験体概要

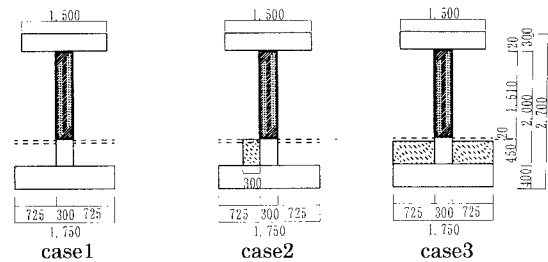


表1 測定装置

マイクコフオン (アコー、7052/4152)	周波数範囲	20Hz~20kHz
	音圧感度	-36dBV/Pa
インパルスハンマー (リオン PH-51)	ゲインレンジ	30~135dB
	電圧感度	3.95pC/N (80Hz)
FFTアナライザ (小野測器 CF350)	ピクアップ 静電容量	41.9pF
	周波数範囲	DC~100kHz
	入力電圧レンジ	±1mV~±50V
	直線性	0.01dB/S

キーワード：柱、耐震補強、損傷、非破壊検査、打音法

*1 〒243-0211 神奈川県厚木市三田 47-3 TEL 0462-41-2172 FAX 0462-41-4784

*2 〒110-0015 東京都台東区東上野 3-19-6 TEL 03-3837-7131 FAX 03-3837-7208

*3 〒107-0052 東京都港区赤坂 5-4-9 TEL 03-3505-5381 FAX 03-3583-1590

なお、ここで定義する到達時間は打撃音が柱表面から放射され、空气中をマイクロフォンまで伝播する時間も含まれているので純粋な柱中の弾性波伝播時間ではない。各柱の到達時間、振幅比の分布を載荷方向平行面と載荷方向直交面ごとに柱高さごとに示したものが図3である。加力方向平行面、直交面ともほぼ同様に、柱頂部および脚部に到達時間、振幅比の大きな領域が存在し、中央部で安定した値（到達時間で約0.25ms、振幅比で約0.4）であるのと比べて異なった傾向を示した。柱頂部においては明かにcase1が他の2ケースに比べてその傾向が小さく、損傷が小さかったものと思われた。

以上の結果と比較するため、打撃音の測定終了後に鋼板の加力方向平行面を一面のみ撤去したときの鋼板内部の内、柱頂部付近と無補強部直上付近の写真を図4に示す。写真で明かなようにcase1では柱頂部、脚部ともわずかにひび割れが生じているのみであるのに対して、case2、case3では柱頂部からおよそ30cmの範囲に斜め方向のひび割れが発生しており、コンクリートの損傷の大きな領域がほぼ打音で得られた到達時間および振幅比の大きな箇所と一致していることがわかる。なお、写真では中央部を省略しているが、中央部には全く損傷は認められなかった。

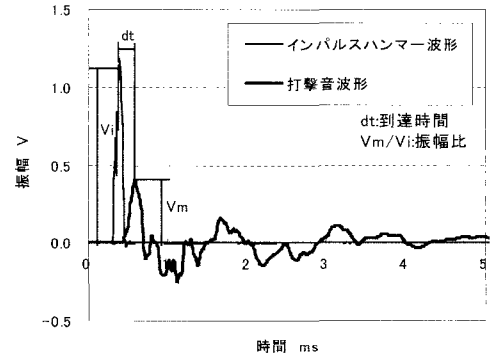


図2 測定波形例

4.まとめ

打音法により到達時間、振幅比をパラメータとして鋼板内部のコンクリートの損傷評価を試みた。その結果、到達時間、振幅比の違いと、鋼板内部のコンクリートのひび割れがよく対応していることが分かった。

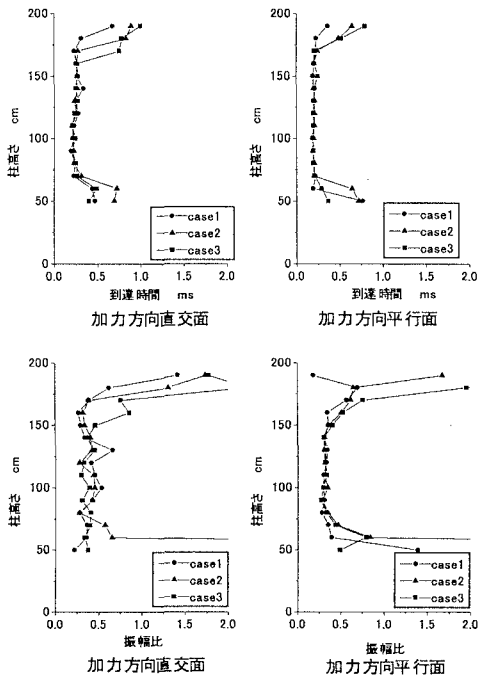


図3 打撃音の到達時間、振幅比の分布

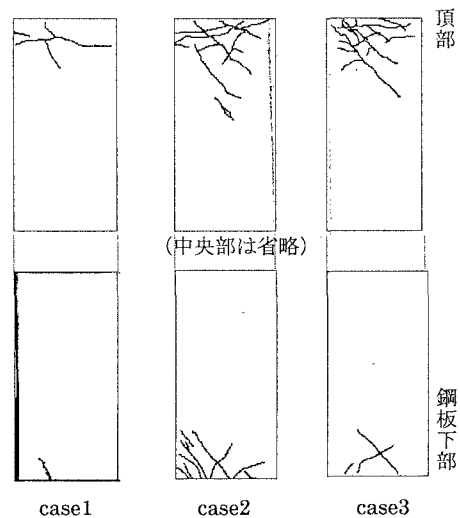


図4 鋼板内部のコンクリートのひび割れ状況

(参考文献)

- [1] 伊東良浩、湯山茂徳他：柱水平交番載荷試験におけるAE/UT法および打音法による柱の損傷進行の評価、構造物の診断に関するシンポジウム論文集、土木学会構造工学委員会、pp.145-150、1998.7