

P C 梁の振動計測に基づく健全性評価に関する検討

東電設計（株） 正会員 ○恒國 光義
 東京大学生産技術研究所 正会員 西村 次男
 東京大学生産技術研究所 F 会員 魚本 健人

1. はじめに

コンクリート構造物の維持管理時代を迎え、既存構造物の健全性を定量的に評価することは、補修・補強や再構築といった対策の要否・優先順位の判断など、合理的な維持管理を行う上で重要となってくる。コンクリート道路橋についてみると、これまで、荷重載荷時のたわみ量による評価方法や、鋼材やコンクリートの断面欠損を考慮したときの破壊に対する安全率による評価法がある¹⁾が、その都度、詳細な計測・検査、あるいは交通の遮断を必要とする。比較的簡単な計測から構造物の健全性を評価することができれば、多数の構造物の効率的な維持管理に有効であると考えられる。そこで、本検討は、荷重に対して生じる部材の振動を計測し、そこから評価した剛性で構造物の健全性を評価することを考えた。PC 梁を対象とした載荷実験を行い、梁の損傷状態や導入緊張力の違いによる剛性を評価し、振動計測による健全性評価の可能性について検討を行った。

2. 実験概要

(1) 供試体 本実験で用いた PC 梁は、図-1 に示すように、 $20 \times 30 \times 340$ cm の寸法（支間長 300 cm）とし、載荷点の位置は曲げ区間を 50 cm ($a/d=4.17$) とした。載荷の様子を写真-1 に示す。

既設 PC 橋の健全性の低下は、荷重の増大などの外的な要因の他に、PC 鋼材の腐食に伴う断面欠損などの内的な要因も考えられる。そこで、このような PC 鋼材の断面欠損が生じた場合についても確認を行うため、表-1 に示すような PC 鋼材を配置した供試体を作製した。このとき、初期緊張力は両者とも 124 kgf/mm^2 とし、PC 鋼材の断面欠損による緊張力の低下を簡便的に模擬している。各供試体のひび割れ発生荷重は、欠損なしの場合 2.8 tf 、欠損を考慮した場合 2.5 tf であり、曲げ耐力は、それぞれ 9.3 tf 、 $7.4 \text{ tf} \cdot \text{m}$ である。

(2) 載荷方法 本実験では、供試体を道路橋主桁部材と考え、活荷重を想定した $\sin$ 波（載荷速度 0.6 Hz ）による片振り載荷（荷重制御）による疲労試験を実施した。40000 回の繰返し回数で載荷した後、次に示す振動の計測を行い、最大荷重を上げながら同じ計測を繰り返すことで剛性の変化を評価した。

(3) 振動の計測と剛性の評価 供試体の振動は、図-2 に示すように、供試体に高さ 70 cm から重さ 510 g の鋼球を落下させたときの応答をレーザー・ドップラー振動計により計測した。計測は、各荷重で所定の繰返し載荷の後、 1.3 tf の荷重（桁自重、舗装、高欄などの死荷重を模擬したもの）を保持した状態で行った。レーザー・ドップラー振動計の計測（図-3）は速度であ

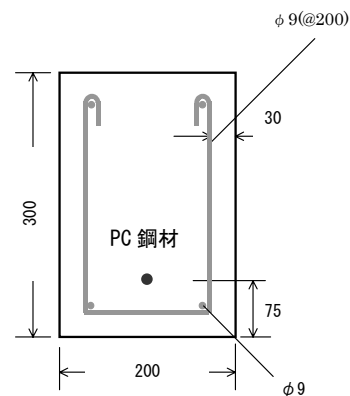


図-1 供試体断面（支間中央）

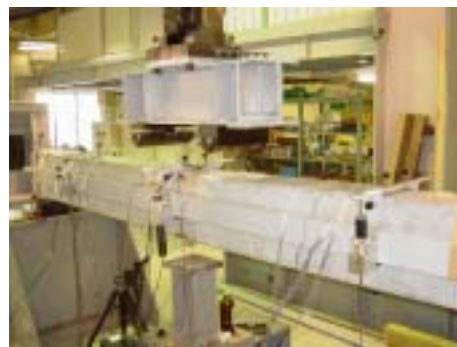


写真-1 載荷の状況

表-1 使用した PC 鋼材と導入緊張力

	断面欠損なし	断面欠損有り
鋼材種	1S15.2	1S12.7
断面積	138.7 mm^2	98.7 mm^2
セット後のひずみ	4190	4260

キーワード PC 梁, 健全性, 維持管理, 振動, 剛性

連絡先 〒110-0015 東京都台東区東上野 3-3-3 東電設計株式会社 技術開発本部 TEL 03-4464-5642

〒153-8505 東京都目黒区駒場 4-6-1 東京大学生産技術研究所 TEL 03-5642-6393

るため、得られた波形を1回積分することで変位波形に変換し、そのときの周期から剛性を評価した。

3. 実験結果

鋼球落下による振動から算出した剛性と、支間中央のたわみと荷重の関係から算出した剛性を図-4に示す。なお、剛性は初期剛性に対する比で表示している。荷重とたわみの関係による剛性の評価は、振動による評価の妥当性を検証するために行ったものであり、各最大荷重での繰返し載荷が終了した後に静的載荷を行い、1.3tf から 0.5tf の荷重の増分における割線勾配から評価したものである。

これらの結果から、振動から算出した剛性の最大荷重に対する変化は、荷重とたわみの関係から算出した剛性と同様の傾向を示すことが分かる。また、PC 鋼材の断面欠損の有無による剛性変化の違いを比較すると（図-5）、断面欠損がある場合については、コンクリートのひび割れ発生後、大きな剛性低下を示す結果となった。

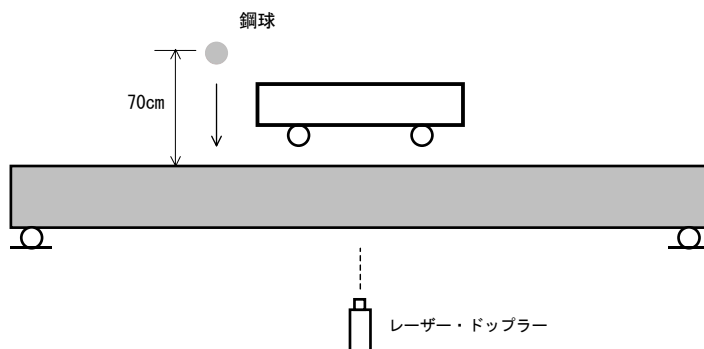


図-2 レーザー・ドップラー振動計による計測概要

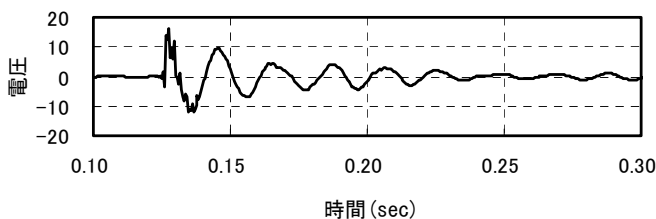
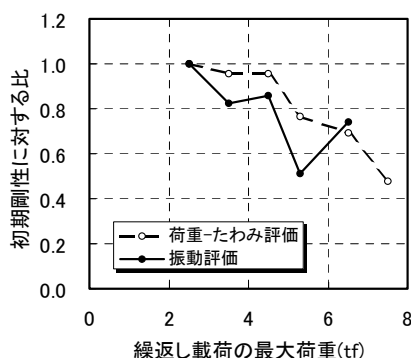
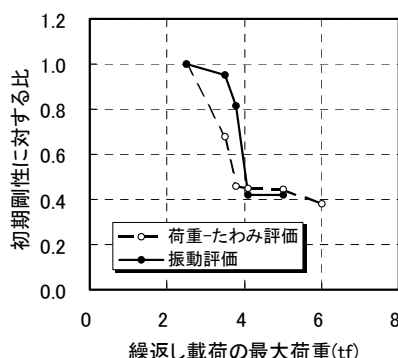


図-3 レーザー・ドップラーの記録波形



(a) 断面欠損がない場合



(b) 断面欠損がある場合

図-4 最大荷重の増加に対する剛性の低下

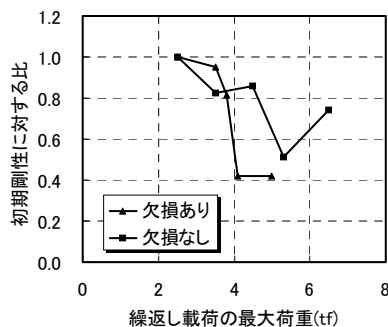


図-5 断面欠損の有無による剛性変化の比較

4. おわりに

本検討から、以下の結果が得られた。

- ① 振動計測により部材の損傷に伴う剛性の変化を評価できる可能性がある。
- ② PC 鋼材に腐食などによる断面欠損、それに伴う部材への緊張力の減少がある場合、曲げひび割れ発生後は急激な剛性低下となる可能性がある。

このことから、活荷重などの外乱に対する振動の計測を行い、それから算出した剛性より部材の健全性を監視できると考えられる。今後は、ひび割れなどの損傷状態と部材の剛性変化との関係を解析的な手法を用いて定量的な評価を行い、手法の妥当性を検証する予定である。

謝辞 本検討は、（財）道路保全技術センターからの委託研究として東京大学生産技術研究所で実施した実験の供試体で行ったものであり、ここに関係各位のご協力に深く感謝の意を表す。

参考文献 1)岡田 清：最新 コンクリート工学，pp. 283～286，国民科学社。