

曲げひび割れを生じた PC 梁の弾性波特性

木更津工業高等専門学校 正会員 石井建樹, ○藤ノ木ひかる,
正会員 田井政行, 正会員 嶋野慶次

1. はじめに

プレストレストコンクリート（以下 PC）は橋梁や海洋構造物などの高い耐震性・耐久性が必要とされる環境に使用され、近年、その健全度の定量的な評価方法が求められている^{1),2)}。PC 構造部材の健全度は構造物に残ったプレストレス量に左右されるが、打音法や赤外線法などではその定量評価は難しいのが現状である。そこで本研究では、非破壊検査法としての利用を前提として弾性波測定法¹⁾に着目し、4 点曲げ試験を実施して、曲げひび割れを生じる PC 梁内部を伝播する弾性波の特性（伝播速度）を調査した。

2. 4 点曲げ試験の概要

図 1 に、4 点曲げ試験に用いた試験体を示す。試験体は、PC 鋼棒（ネツレン製 SBPR1080/1230, $\phi 15\text{mm}$ ）1 本を配置し、プレストレスはプレテンション方式で導入した。導入プレストレス量は PC 鋼棒の引張耐力の 80%と 20%とする試験体 2 種類を準備した。

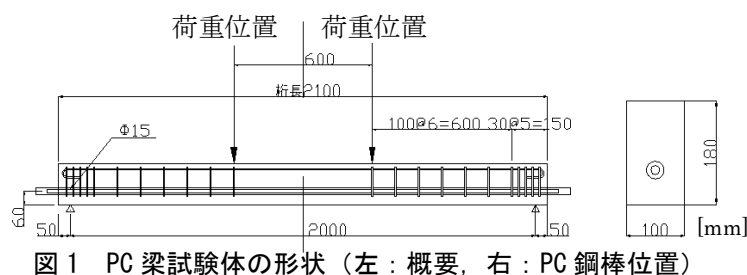


図 1 PC 梁試験体の形状（左：概要、右：PC 鋼棒位置）

試験は載荷した後に 1kN まで除荷するという過程をくり返し、載荷のたびにロードセル荷重を 5kN ごと増加させた。図 2 に、導入プレストレス量 80%および 20%の試験体における典型的なロードセル荷重たわみ曲線をそれぞれ示す。図では、降伏前の弾性域と見なせる段階を実線、降伏後を破線で示している。この試験を行う間、弾性波速度を弾性波測定器（Ultracon-170）で計測する。また、最大荷重載荷時ごとに発生したひび割れを目視によって確認した。

弾性波の測定は、図 3 に示すように、試験体を両側から挟むように端子を設置する測定方式 A と、図 4 のような同一側面に水平に離して設置する測定方式 B の 2 つの方法で計測した。測定方式 A は弾性波測定器の標準の計測方法であり、測定方式 B は曲げひび割れによる影響を顕著に反映することを想定した方式である。

3. くり返し載荷過程と弾性波速度の推移

4 点曲げ試験における最大履歴荷重（最大荷重時と除荷時）と弾性波の伝播速度の関係を図 5,6 に示す。見やすさのために除荷時のプロットをずらして、降伏前を×, 降伏後を■で表示する。図 5 は測定方式 A, 図 6 は測定方式 B の結果である。

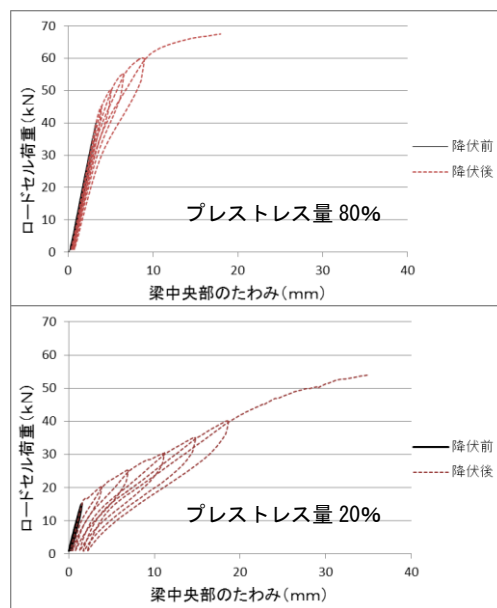


図 2 ロードセル荷重-たわみ曲線

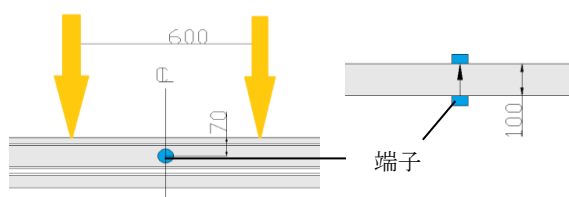


図 3 測定方式 A

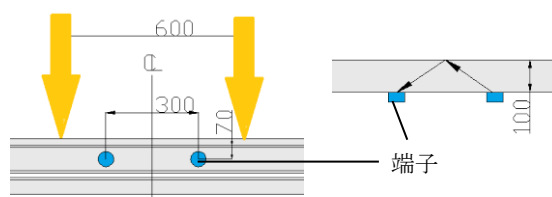


図 4 測定方式 B

キーワード プレストレストコンクリート プレストレス量 弾性波 曲げひび割れ 残留変形

連絡先 〒292-0041 木更津市清見台東 2-11-1 木更津高専 TEL.0438-30-4156 E-mail: cishii@kisarazu.ac.jp

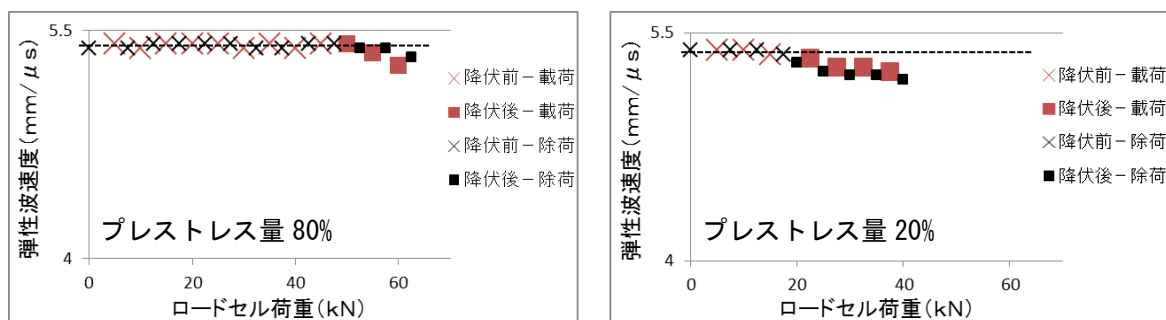


図5 弾性波速度と最大荷重 (測定方式 A)

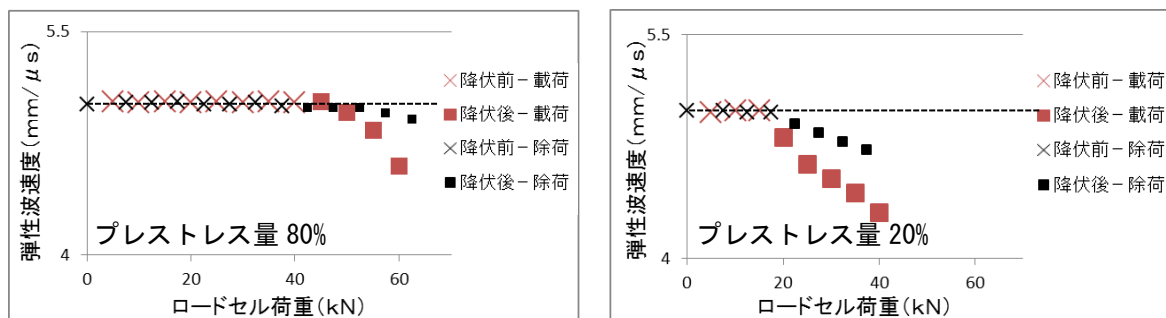


図6 弾性波速度と最大荷重 (測定方式 B)

図より、PC 梁が降伏すると弾性波の伝播速度が遅くなることがわかる。これより、弾性波測定により PC 梁の健全度を定量評価できる可能性が確かめられた。ただし、図 5 と図 6 を見比べると測定方式 A ではその変化が顕著ではなく、方式 B では最大荷重時と除荷時に明確な違いがあることがわかる。これは、方式 B は除荷時にプレストレスによって、曲げひび割れなどが閉じることが反映され、方式 A ではそうした影響が反映されないためであると考えられる。

導入プレストレス量に着目すると、図 6 より、導入プレストレス量が 20%の試験体では、降伏すると弾性波の伝播速度が低下する一方で、プレストレス量が 80%の試験体では、降伏直後も弾性波の伝播速度はそれほど低下せずに、破壊直前になって低下する傾向が見て取れた。

4. 残留変形量と弾性波速度の関係

実際の構造物において弾性波測定を行う場合は、基本的に除荷時の計測ということになる。そこで図 7 に示すように、除荷時の弾性波速度 (測定方式 B) と残留変形量 (梁中央部のたわみ) の関係を検討する。

プレストレス量が 20%の試験体では、降伏によって比較的大きな残留変形が残るため、降伏後の弾性波速度は残留変形に対して線型的に変化していく。その観点で見ると、降伏後の残留変形と弾性波の伝播速度に相関があることが見て取れる。また、プレストレス量 80%の試験体において、破壊の直前の伝播速度が低下するときの残留変形量は、プレストレス量 20%の試験体で伝播速度の低下が確認された値とほぼ一致していることが見て取れる。

謝辞：本研究の一部は、平成 26 年 NEXCO 東日本技術研究助成の支援を受けた。ここに記して、謝意を表する。

参考文献

- 1) PC 道路橋の健全度評価の高度化に関する共同研究, 国土技術政策総合研究所資料, No.613,2010
- 2) 曲げひび割れが生じた PC 梁部材の残存プレストレス力の推定手法に関する研究, 恒邦光義, 加藤佳孝, 魚本健人, プレストレストコンクリート技術協会, 第 19 回シンポジウム論文集, pp.235-240, 2010

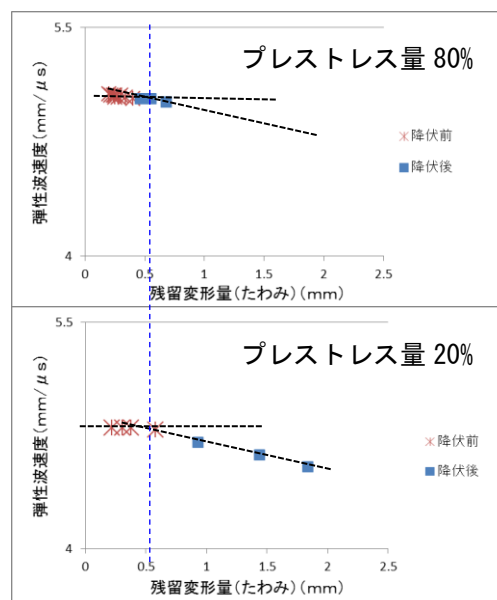


図7 残留変形量 (たわみ) と弾性波速度