

## 実大 PC 道路橋のプレストレス状態に着目した弾性波の伝搬特性

国土技術政策総合研究所 正会員 春田 健作 川間 重一  
 国土技術政策総合研究所 高橋 晃浩 玉越 隆史  
 国土交通省 中国地方整備局 福山河川国道事務所 山影 秀幸

### 1. はじめに

PC 道路橋の健全性を評価する上でプレストレスの状態が適正であるかどうかの情報は極めて重要である。しかし、現在のところ構造物完成後のプレストレス状態の確認は技術的に困難とされ、主に施工品質管理に依存して健全性を保証しているのが実状である。また、高齢化構造物の増加や将来の不測の損傷に対しても事後にプレストレス状態を評価できる技術の確立は急務であり、ここでは実大桁を用いたプレストレスの導入状態を把握するための非破壊検査手法の検討について報告する。

### 2. 実験概要

#### 2.1 対象実大桁

実験には、ポストテンション T 桁（桁長 45m、支間長 43.8m、桁高 2.5m、設計基準強度  $40\text{N/mm}^2$ 、材齢約 1 年）(写真-1)を用いた。

#### 2.2 非破壊検査技術の検討

##### (1) 超音波のウェブ透過伝播特性

内部応力状態がウェブの厚さ方向に透過する超音波（印加電圧 1200V、共振振動数 40kHz）の伝播速度に及ぼす影響について、ウェブ片側から反対側までの超音波の到達時間を計測し検討した。計測箇所は鉄筋位置を避け、プレストレスによる応力が異なる位置を網羅するために支間中央部約 2m 範囲(図-2 下)の  $150 \times 300\text{mm}$  格子点(図-3)とした。



写真-1 実験 PC 桁

##### (2) コンクリート表面の波動伝播特性

コンクリート表面に近い領域の衝撃弾性波と超音波の伝播速度に着目した検討を行った。

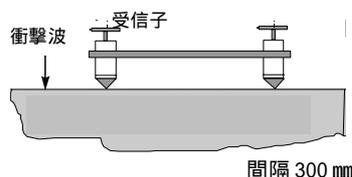


図-1 2点間計測概要図

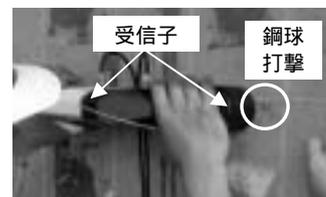


写真-2 計測状況

#### 衝撃弾性波

鋼球打撃 ( $\phi 9.6\text{mm}$ ) 入力波を一定間隔 (300mm) の 2 箇所て受信し、到達時間差から伝播速度を計測(図-1, 写真-2)した。

計測は応力状態の差を評価するため水平方向の伝播速度とし、ウェブ高さ方向に測線を変えて行いそれらの比較を行った。

#### 超音波

超音波探子（印加電圧 400V、共振周波数 40kHz）からの入力波をそれを取り巻くような位置関係で受信子を配置し、表面伝播速度を計測した。図-2 に各計測位置および超音波表面伝播計測の概要図を示す。

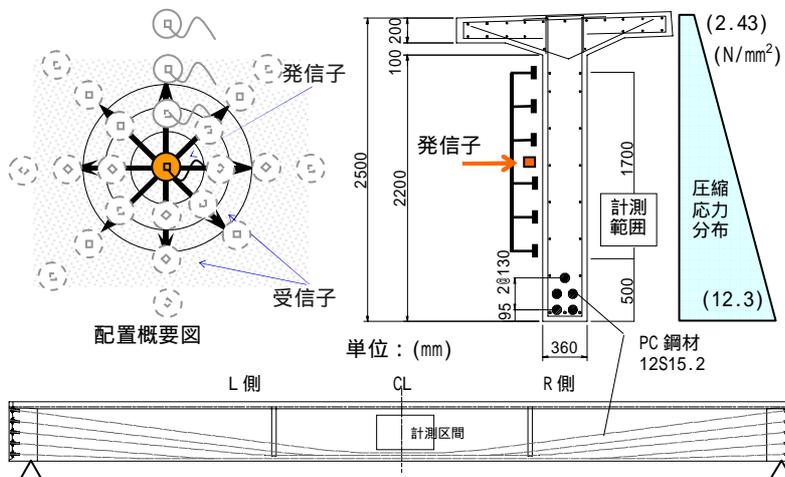


図-2 計測概要図 (超音波表面伝播特性)

キーワード プレストレス, 弾性波, 非破壊検査技術

連絡先 〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地 国土技術政策総合研究所 道路構造物管理研究室 TEL 029-864-7864

### 3. 結果および考察

#### (1) 超音波のウェブ透過伝搬特性

計測された伝搬速度分布を図-3 に示す .桁高方向に透過伝搬速度が異なる傾向がみられる .施工方法に起因してコンクリート物性が上下方向に変化している可能性もあるためコア採取(φ80 mm)による物性調査も行った(表-1) が上下方向で顕著な差は見られなかった .以上より ,プレストレスによる内部応力と超音波の透過伝搬速度を関係づけて評価できる可能性があると考えられる .

#### (2) コンクリート表面の波動伝播特性

衝撃弾性波: 桁高さ位置の応力状態と水平方向伝搬速度の計測結果の関係を図-4 に示す .ばらつきはあるが内部応力と伝搬速度に相関が見られ , (1)と同様の傾向が得られた .同じ計測位置の透過伝搬速度と水平方向伝搬速度の関係を図-5 に示す .コンクリート表面 2 点間伝搬速度の方が応力状態の相違による速度差が大きいことが分る .

超音波: 入力点と各受信間の伝搬速度を図-6 に示す .既往の研究では ,超音波の表面伝搬速度を計測すると波動減衰の影響により ,算出される見かけの伝搬速度が小さくなる<sup>1)</sup>ことが報告されており ,本結果(図-6)でも伝搬距離に応じて速度が低く算出される傾向が見られる .一方 ,部材の応力状態の相違に対応する桁高さ毎に整理した伝搬速度(図-7)では ,同距離の伝搬にもかかわらず

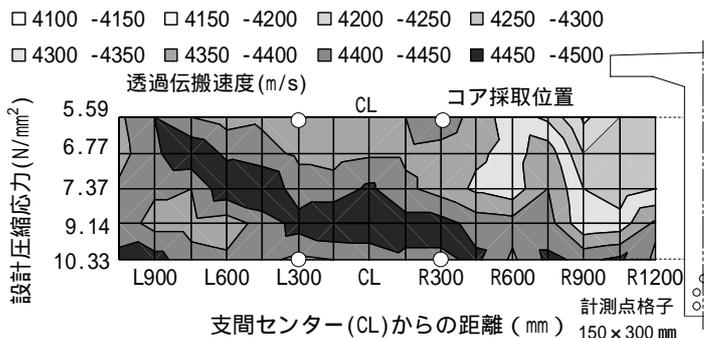


図-3 超音波ウェブ透過伝搬速度分布図

表-1 採取コア試験結果

採取コア 2 箇所 平均	桁下縁からの高さ(mm)	
	(1700)	(500)
圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )	54.0	62.2
静弾性係数 (N/mm <sup>2</sup> )	27200	25700
超音波伝搬速度 (m/s)	4265	4285

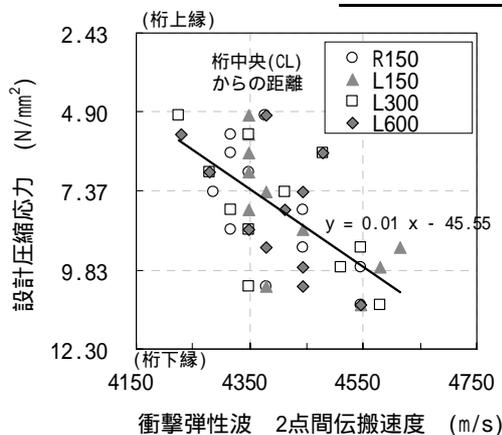


図-4 2点間伝搬速度

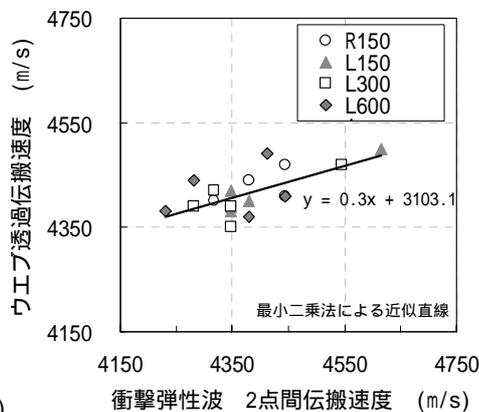


図-5 透過速度と表面速度の関係

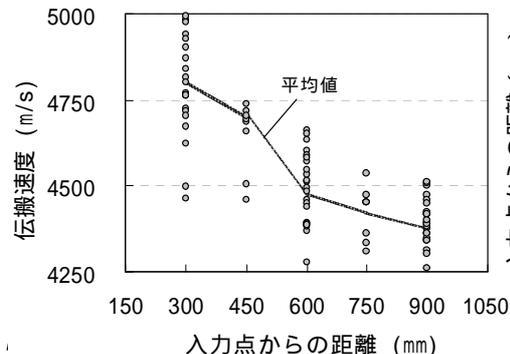


図-6 入力点と各受信間の伝搬速度

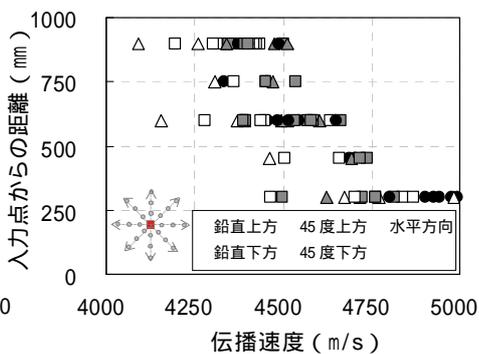


図-7 桁高さ方向毎の伝搬速度

応力状態の異なる桁上方向領域の伝搬と下方向領域での伝搬で速度差がある傾向が伺える .この特性により ,コンクリートの内部応力状態を表面伝搬速度との関係から評価できる可能性があると考えられる .

### 4. おわりに

コンクリートを媒体とした超音波や衝撃弾性波の伝搬特性がプレストレスによる内部応力状態の相違に対応して異なる傾向があること ,さらにそれらが実用性のある非破壊検査機器を用いてある程度の精度で検出できる可能性が高いことを実橋に限りなく近似した条件の実大供試体によって確認できた .今後はこれらの手法の品質検査手法 維持管理段階での健全性評価手法としての実用化を図るべく ,引き続き研究を継続していく .  
参考文献: 1) 鬼塚, 應, 浅野, 国枝, 鎌田, 六郷: コンクリート部材における衝撃により入力された弾性波の伝搬速度計測に及ぼす影響因子の検討 土木学会第 58 回年次学術講演会講演概要集 pp.789-790, 2003