

プレテン PC 部材の張力現場検証法について

山口大学大学院 学生会員 ○田畑美紀 水巧技術コンサルタント(株) 正会員 矢野雅彦
九州大学大学院 森本聖子 ネットレン(株) 正会員 田中典男
山口大学工学部 正会員 高海克彦

1. はじめに

PC コンクリートのプレストレス導入方法としてプレテンション方式、ポストテンション方式が使用されており、両者にはそれぞれ利点、欠点がある。そこで両者の利点を併せ持ったプレストレス導入方法として NAPP 工法が考案された。NAPP 工法とは、プレストレスを与えられた NAPP ユニットを使用することで現場においてシー配置、グラウトを不要としたプレテンション工法である。NAPP ユニットは工場で応力を導入後、現場へ運搬するので、現場での導入応力の確認方法がない故、施工現場において簡易かつ高精度に導入応力の検証が行える非破壊検査法が求められている。そこで本研究では衝撃弾性波法の NAPP ユニットへの適用性について検討を行った。

2. 実験概要

2.1 供試体概要

実験に使用した供試体は、プレート供試体 3 体、パイプ供試体 5 体、PC 鋼棒 2 体の計 10 体である。供試体記号については、プレート供試体を PL、パイプ供試体を P、鋼棒供試体を B とし、それぞれの寸法を表-1 に示す。

2.2 計測方法

本実験では緊張力を導入した際の供試体中を伝わる弾性波の伝播速度の変化状況を把握するために図-1 のような引張試験機を使用し計測を行った。供試体はプレート供試体、パイプ供試体を使用し、計測は圧電型加速度計を使用した。また、打撃はソレノイドハンマーを用いて行った。緊張力の導入には油圧ジャッキを使用し、 100N/mm^2 ごとに 500N/mm^2 まで導入し、各緊張力において計測を行った。計測は、サンプリング間隔を $10^{-1}(\mu\text{s})$ 、サンプリングポイント数を 25000 個とし、5 回ずつ行った。緊張力は、供試体の中央部に対面となるようにひずみゲージを二箇所を設置し、その平均値より算出した。

2.3 NAPP ユニットにおける実験方法

NAPP ユニットに対し、2.2 で示した計測方法と同様の方法で、導入応力はフルストレス、応力を半分抜いたハーフストレス、そして応力を全開放したゼロストレスの 3 種類とした。この際、加速度計のサンプリング間隔は $1(\mu\text{s})$ 、サンプリングポイント数を 25000 Point とし計測を行った。

3. 実験結果および考察

3.1 引張試験の結果

表-1 供試体概要

供試体 記号	外径×厚さ (mm)	供試体 記号	幅×高さ (mm)
P29	29×3.6	PL3	3×38
P32	32×5.0	PL5	5×38
P40A	40×5.0	PL8	8×38
P40B	40×5.7	供試体 記号	外径(mm)
P43	43×7.2	B27	27
		B28	28

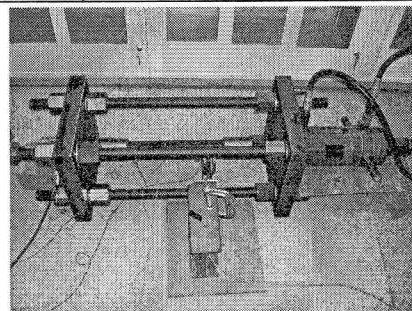


図-1 引張試験機

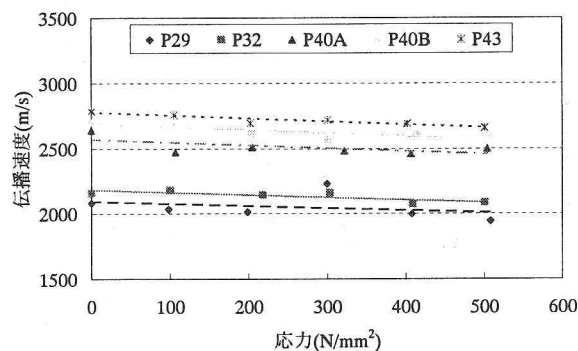


図-2 パイプ供試体の引張試験結果

図-2、図-3 にパイプ供試体、プレート供試体の引張試験における伝播速度の変化を示す。このグラフより導入応力の増加に伴い、伝播速度が直線的に低下することが確認された。これは、音弾性効果によるものと考えられる。本実験で算出された横波の伝播速度を、式-1 より音弾性定数を算出した。その結果を表-2 に示す。表-2 よりパイプ供試体についての音弾性定数は、約 $-8.7 \times 10^{-5} (\text{MPa}^{-1})$ で一定になった。この値が PC 鋼材自体の音弾性定数であると考えられる。プレート供試体はパイプ供試体と比較してばらつきが多くなっているが、その原因としてプレート供試体はパイプ供試体よりも剛性が低いいため、ソレノイドハンマーによる打撃によって若干たわみが生じてしまい、弾性波の伝播に影響を及ぼし、パイプ供試体のように正確に検出できなかったためであると考えられる。

$$V = V_0(1 + C_E \sigma) \dots \dots \dots \text{式-1}$$

ここに、 V_0 は無応力状態での伝播速度(m/s)、 V は応力下での伝播速度(m/s)、 C_E は音弾性定数(MPa^{-1})、 σ は応力(N/mm^2)である。

図-4 より、プレート供試体、パイプ供試体ともに断面積と初期伝播速度とは直線的な関係にあることが確認された。プレート供試体はパイプ供試体より傾きが大きく、断面積の変化の影響を顕著に受ける傾向にあることが確認できる。このことから、供試体の断面形状が弾性波の伝播速度に影響していることが確認された。

3.2 NAPP ユニットにおける計測結果

NAPP ユニットにおいて計測した結果を表-3 に示す。これより導入応力が増加するに従って実測値と予測値に誤差が生じている。この要因として音弾性定数が異なるためであると考えられる。実測値と予測値ともに傾きが小さいため、微小な傾きの違いでも応力に大きく影響することが考えられる。

4. 結論

本研究で得られた知見を以下に示す。

- (1) 鋼材における衝撃弾性波の伝播速度は導入応力の増加に伴い、直線的に低下する。これは音弾性効果によるもので、PC 鋼材の場合の音弾性定数は、 $-8.7 \times 10^{-5} (\text{MPa}^{-1})$ であることがわかった。
- (2) 衝撃弾性波の初期伝播速度は断面積の増加に伴い、直線的に増加する。その増加量は断面形状、剛性によって異なり、剛性が低い方が増加量は大きくなる。
- (3) NAPP ユニットを用いて計測を行うと実測値と予測値に誤差が生じた。これは音弾性定数の違いが影響したものであると考えられる。よって導入応力の算出を行う際にはこの影響を考慮しなければならない。

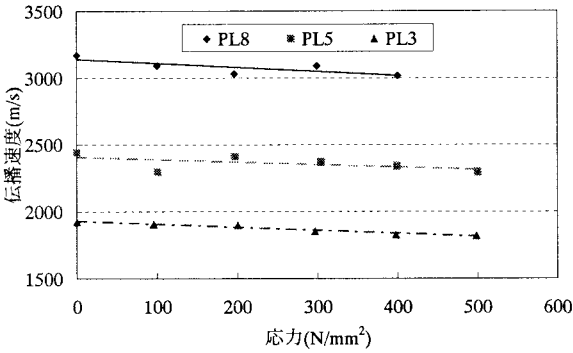


図-3 プレート供試体の引張試験結果

表-2 各供試体の音弾性定数

供試体記号	音弾性定数(MPa^{-1})
PL3	-9.85×10^{-5}
PL5	-7.67×10^{-5}
PL8	-1.18×10^{-4}
P29	-8.02×10^{-5}
P32	-8.68×10^{-5}
P40A	-8.79×10^{-5}
P40B	-8.73×10^{-5}
P43	-8.40×10^{-5}

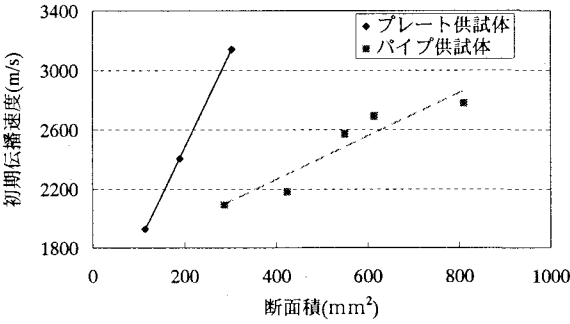


図-4 断面積と初期伝播速度の関係

表-3 導入応力実測値と予測値

実測値 (N/mm^2)	伝播速度 (m/s)	予測応力値 (N/mm^2)
0	2809	0
383	2732	315
765	2564	1003