

## 高周波衝撃弾性波法によるロックアンカーの健全性評価手法（その1）

青木あすなる建設(株) 技術本部 正会員 吉川正浩  
 青木あすなる建設(株) 技術本部 正会員 坂本浩之  
 中部電力(株)発電本部土木建築水力グループ 正会員 上原史洋

### 1. はじめに

法面や地下空洞の補強を目的とするロックアンカーは、グラウト充填不足等による地下水の侵入に伴う発錆や応力腐食を原因とした断面欠損による破断、また鋼材のリラクゼーションによる導入力の低下など、経年による健全性の低下が懸念される。一般的にこれらの調査には引き抜き試験が用いられるが、仮設を含めた試験設備が大規模になり、費用も高額となることから、簡易な非破壊試験による健全性評価手法の確立が望まれている。

そこで、著者らは既設コンクリート杭の健全性を評価するために用いられる非破壊試験法である高周波弾性波法をロックアンカーの健全性評価手法に適用することを目的として、実際に地下発電所に施工されたロックアンカーを対象に現地試験を行い、事前に行った室内試験より得られた基礎データを用いて解析・評価を行った。以下、その健全性評価手法について述べる。

### 2. 試験概要

1基当たり3本のPC鋼材を配置したコンクリート供試体（1,000mm×800mm×300mm）をPC鋼棒3基、PC鋼より線3基の計6基製作し、それぞれに所定の緊張力を作用させた。PC鋼棒とPC鋼より線の2種類について、緊張力を変えて3種類、センサ位置を変えて2種類、注入材の充填前後の2種類について伝播時間を計測し、各種条件での緊張力と弾性波速度の関係性を求めた。表-1に計測内容一覧を示す。適用した高周波衝撃弾性波法とは、高周波数用のセンサを用い特定の周波数範囲をフィルター機能で選択し、反射波を検出する事で先端部位置や内部亀裂を感知する非破壊探査方法<sup>1)</sup>である。

表-1 計測内容一覧

鋼材種類	供試体番号	緊張力(kN)	測定位置	測定時期
PC鋼棒	A	294	PC鋼棒端部 (図-1) 定着具ナット位置 (図-2)	注入材充填前
	B	147		注入材充填後
	C	0		
PC鋼より線	D	147	PC鋼より線端部 (図-3) 定着具くさび位置 (図-4)	注入材充填前
	E	73.5		注入材充填後
	F	0		

### 3. 弾性波速度測定

弾性波速度の測定は伝播時間を透過法により計測し求めた。対向する面に発振、受振センサを設置して透過した波の伝播時間を計測した。発振器より増幅器を経由したパルス電圧を機械的振動に変換する発振センサで単発パルスを発生させ、PC鋼材を伝播した弾性波を受振センサで受信する。その伝播時間とPC鋼材の実測長から式-1を用い弾性波速度を求めた。伝播時間は3つの測定波形で再現性を確認し平均値を用いた。写真-1に測定状況写真を示す。

$$V_p = L / t \quad (\text{式-1})$$

ここに、 $V_p$ は弾性波速度(m/s)、 $L$ は発振と受振センサ間の距離(m)、 $t$ は伝播時間(ms)である。センサ位置は、PC鋼棒は端部(図-1)およびナット位置(図-2)、PC鋼より線は端部(図-3)およびくさび位置(図-4)にパテ材で取り付けた。PC鋼材に計画緊張力を導入し、注入材充填前と充填後の計測を行った。計測結果からセンサ位置と注入材充填前後による緊張力 $P$ と弾性波速度 $V_p$ の関係性を求めた。図-5～図-8に緊張力 $P$ と弾性波速度 $V_p$ の関係を、表-2に緊張力 $P$ と弾性波速度 $V_p$ の関係結果一覧を示す。



写真-1 測定状況

キーワード：非破壊検査，ロックアンカー，PC鋼棒，PC鋼より線，弾性波法

連絡先 〒105-0014 東京都港区芝2-14-5 青木あすなる建設(株) 技術本部企画エンジニアリング部 TEL 03-5439-8513

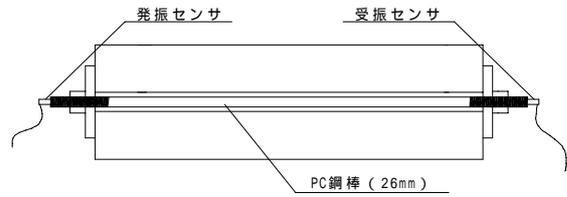


図-1 測定位置（PC 鋼棒端部位置）

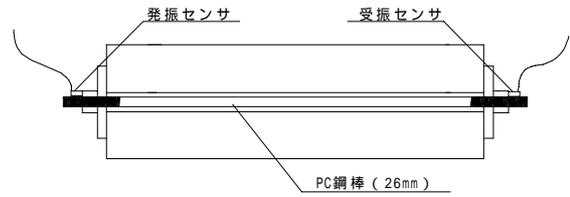


図-2 測定位置（PC 鋼棒定着具ナット位置）

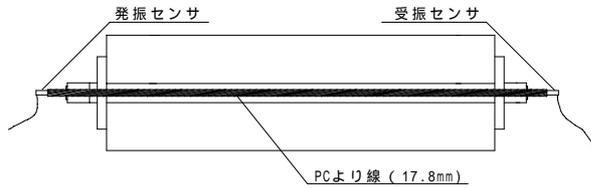


図-3 測定位置（PC 鋼より線端部位置）

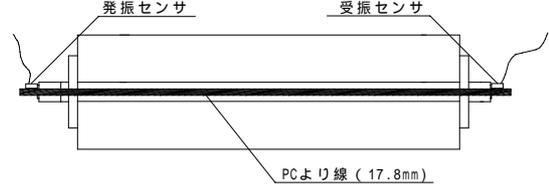


図-4 測定位置（PC 鋼より線定着具くさび位置）

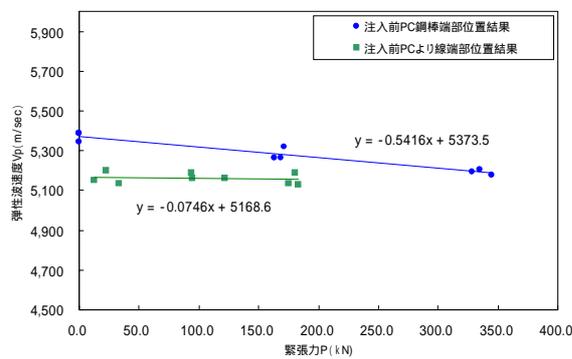


図-5 P と Vp の関係（注入前・端部位置）

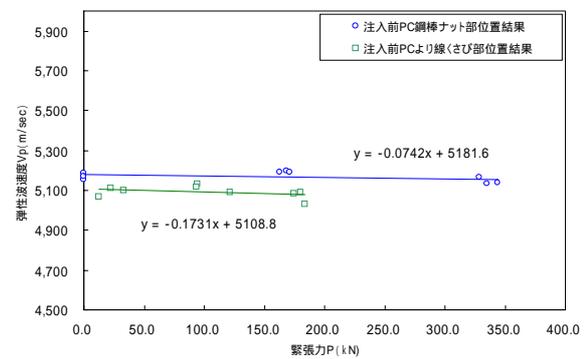


図-6 P と Vp の関係（注入前・ナット，くさび部位置）

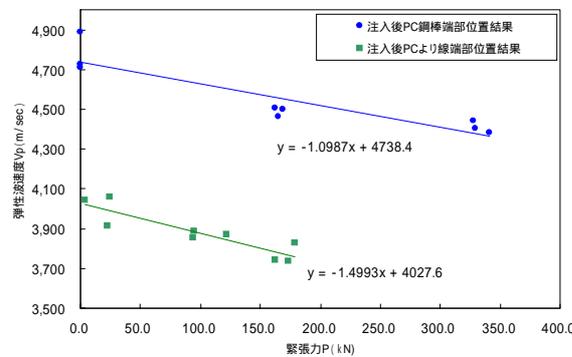


図-7 P と Vp の関係（注入後・端部位置）

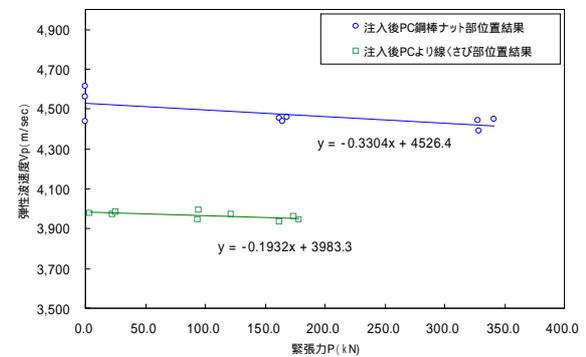


図-8 P と Vp の関係（注入後・ナット，くさび部位置）

4 . 試験結果と考察

注入材充填前後を比べると PC 鋼棒で約 14%，PC 鋼より線で約 23%弾性波速度の低下が見られた。また，注入材充填後では PC 鋼棒，PC 鋼より線共に緊張力が大きくなると弾性波速度は小さくなる傾向が解る。以上の結果より，弾性波速度を計測することによって注入材の充填不足や緊張力低下についての健全性評価ができるかと判断された。

参考文献

- 1)特許庁：特許第 2877759 号，青木あすなる建設(株)，杭または構造物の動的診断方法，平成 11 年 1 月 22 日取得。
- 2)北園英明，鎌田敏郎，横山博司，六郷恵哲：弾性波の伝播特性に基づいた PC グラウト充填評価手法に関する基礎的研究，コンクリート工学年次論文集 Vol.22， 1，2000。

表-2 緊張力 P と弾性波速度 Vp の関係結果一覧

拘束状態	測定位置	測定近似式
PC鋼棒注入材充填前	端部	$Vp(bb1) = -0.5416P + 5373.5$
	ナット位置	$Vp(bb2) = -0.0742P + 5181.6$
PC鋼棒注入材充填後	端部	$Vp(ba1) = -1.0987P + 4738.4$
	ナット位置	$Vp(ba2) = -0.3304P + 4526.4$
PC鋼より線注入材充填前	端部	$Vp(tb1) = -0.0746P + 5168.6$
	くさび位置	$Vp(tb2) = -0.1731P + 5108.8$
PC鋼より線注入材充填後	端部	$Vp(ta1) = -1.4993P + 4027.6$
	くさび位置	$Vp(ta2) = -0.1932P + 3983.3$