

高周波衝撃弾性波法によるロックアンカーの健全性調査事例

中部電力(株)発電本部土木建築水力グループ課長 正会員 寺本達也
 中部電力(株)発電本部土木建築水力グループ課長 正会員 金原俊也
 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、その健全性調査例について概要を述べる。

2. 調査概要

地下発電所のロックアンカー（PC 鋼棒：27 mm，PC 鋼より線：19 本より線 17.8 mm）を対象に、高周波衝撃弾性波法を用いてロックアンカー長の確認と断面欠損および破断の有無を調査した。調査にあたり事前に行った室内試験のデータに基づき解析を行い、ロックアンカーの健全性を評価した。写真-1 に調査状況を示す。



写真-1 調査状況

3. 技術概要

高周波衝撃弾性波法とは、主にコンクリート構造物を対象として先端位置（深度）や内部亀裂を探知する非破壊探査法¹⁾である。調査は対象物に受振センサを設置し、センサ近傍を鋼製ハンマーで打撃し衝撃弾性波を発生させ、その波形や伝搬速度を計測して行う。波形の計測は、高周波帯域の共振周波数特性を持つセンサで行う。フィルター機能により最も卓越して反射する特定の周波数範囲²⁾を選択し受信する。高周波の高い指向性と構造物表面での高い減衰特性を利用して、構造物端部や亀裂からの反射波を正確に計測できるのが特徴である。

4. 調査方法

PC 鋼棒の余長頭部および PC 鋼より線の定着具の錆びを除去した後にセンサをパテ材を用いて取付け、その近傍を鋼製ハンマーで打撃し弾性波を発生させてその反射波を計測する。図-1 と図-2 に調査位置断面図を示す。

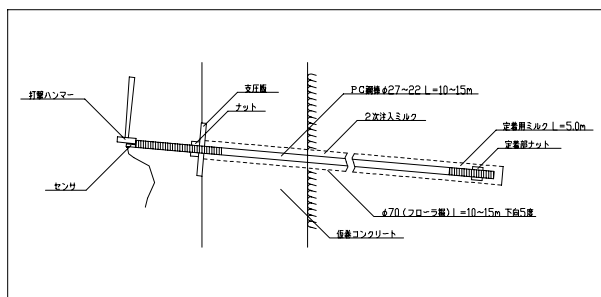


図-1 PC 鋼棒調査位置断面図

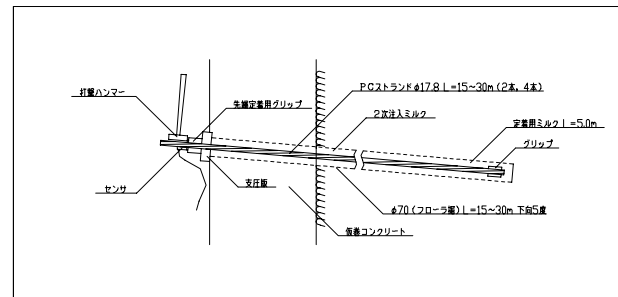


図-2 PC 鋼より線調査位置断面図

キーワード：非破壊検査，ロックアンカー，PC 鋼より線，PC 鋼棒，弾性波法

連絡先 〒461-8680 名古屋市東区東新町1番地 中部電力(株)発電本部土木建築部水力グループ TEL 052-973-2264

5. 調査結果

図-3にPC鋼棒の調査波形図を、図-4にPC鋼より線の調査波形図を示す。波形図中の矢印位置には非常に明瞭な再現性のある反射波を検知することができた。PC鋼棒図-3での反射波の伝播時間は $t=6.998\text{ms}$ 、PC鋼より線図-4は $t=7.721\text{ms}$ となる。解析評価では再現性を確認した反射波の3つの平均値を用いた。

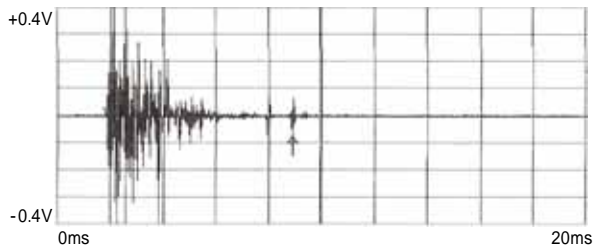


図-3 PC鋼棒調査波形図

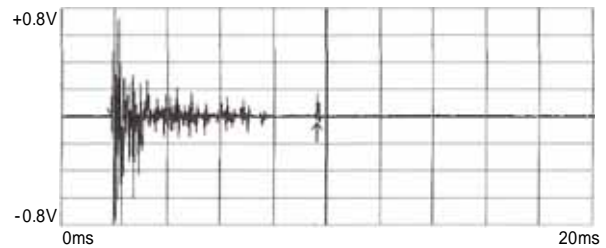


図-4 PC鋼より線調査波形図

6. 解析評価

解析評価は図-5に示す解析評価フローに従い実施した。評価に用いた弾性波速度は、室内試験結果をから表-1のように設定した。このフローでは、設計長の途中で破断もしくは1/2以上の断面縮小がある場合において、不健全と評価する。さらに、健全なアンカーについても、緊張力の低下、注入材の充填不足の可能性を評価した。

解析評価の結果、図-3のPC鋼棒は $L1=15.45\text{m}$ で設計長の+3.0%、図-4のPC鋼より線は $L1=15.27\text{m}$ で設計長の+1.8%であり、いずれのロックアンカーも健全であると評価した。なお、解析評価の結果は現地で引き抜き試験を一部実施し、その妥当性を確認している。

表-1 設定弾性波速度一覧

種別	充填注入状態	設計緊張力	設定弾性波速度
PC鋼棒	注入材充填	294 (kN)	Vp(1): 4415.4(m/sec)
		0 (kN)	Vp(2): 4738.4(m/sec)
	注入材充填不足	294 (kN)	Vp(3): 5214.3(m/sec)
		0 (kN)	Vp(4): 5373.5(m/sec)
PC鋼より線	注入材充填	147 (kN)	Vp(5): 3954.9(m/sec)
		0 (kN)	Vp(6): 3983.3(m/sec)
	注入材充填不足	147 (kN)	Vp(7): 5083.4(m/sec)
		0 (kN)	Vp(8): 5108.8(m/sec)

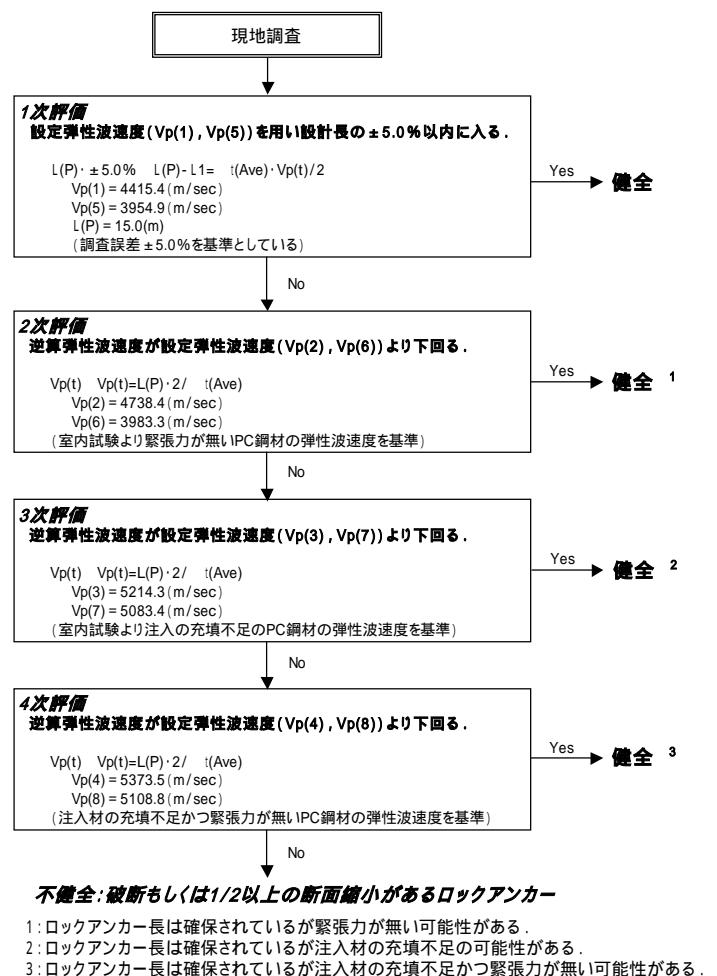


図-5 解析評価フロー

7. まとめ

今回現地で実施した高周波衝撃弾性波法によるロックアンカーの健全性調査について、その適用可能性を検証できた。ここでは地下発電所の一部のロックアンカーを対象に調査を行ったが、今後さらにデータの蓄積を重ね本手法の有効性や汎用性を検証するとともに、非破壊試験によるロックアンカーの健全性評価手法を確立したい。

なお、本調査にあたり、ご協力をいただいた青木あすなる建設(株)の方々に、紙面を借りて感謝の意を表します。

参考文献

- 1) (財)先端建設技術センターオーリス(非破壊探査システム)先端建設技術審査証明報告書平成9年3月17日。
- 2) 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。