



「コンクリート構造診断士」とは、プレストレストコンクリート工学会により認定される技術者資格です。コンクリート構造診断士に期待される役割は、既設の鉄筋コンクリート構造物やプレストレストコンクリート構造物に対して、力学的・構造的な診断や評価を実施し、当該構造物の適切な補修・補強、あるいは維持管理の手法を提示することです。

このコーナーでは、こうしたコンクリート構造診断士の活動を紹介するため、資格登録更新時に提出される研修報告書のなかから、とくに一般の読者にも有益な情報を与えるとして選出された事例を掲載します。

衝撃弾性波法によるひび割れ調査と 補修工法の選定



(株)大進コンサルタント
技術部
勇 秀 忠



写真 - 1 衝撃弾性波法

1. はじめに

本レポートは潮汐帯に位置する樋門ゲート機能保全対策工事において見られた、操作室基礎柱の巻立てコンクリート厚さ 150 mm (既設柱幅 550 × 550 mm ・ 高さ 6 000 mm) の支柱 9 本のうちの 6 本に生じたひび割れに関するものである。

そのひび割れ幅をクラックスケールで、ひび割れ深さを衝撃弾性波法により測定するとともに最適な補修方法の選定を主務担当者として遂行した。

2. ひび割れ調査

2.1 調査手法と原理

ひび割れ深さ測定には超音波法や衝撃弾性波法などがある。発注機関・設計業者・施工者・調査会社(当社)の合同会議にて測定手法の検討会が設けられた。今回の施工場所が潮汐帯に位置し調査時間が 4 ~ 5 時間程度であることからスピーディーな調査が求められた。超音波法は従来から実績等も豊富でありその信頼性も認識されていたが、表面処理やセンサーの密着性確保からグリース塗布が必要になることで、作業時間にやや問題があった。そこで、実績等が少ないが表面処理が不要で作業時間が短い点を考慮し衝撃弾性波を選定した。

衝撃弾性波法(写真 - 1)はコンクリート表面を鋼球で打撃し、発生する弾性波を計測・解析する非破壊調査方法である¹⁾。

本手法も超音波法と同様にひび割れ深さを過ぎると位相が反転する特有の波形(図 - 1)を示し、超音波法による直角回折波法と同等の結果が得られるとされている。

直角回折波法による測定は、ひび割れを中心として、インパクターの打点と 1 軸加速度計を左右対称(図 - 2)に

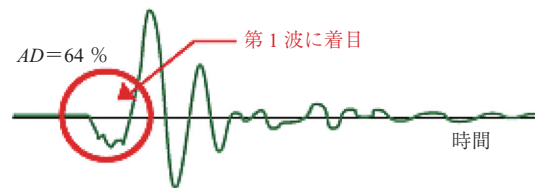


図 - 1 測定波形例

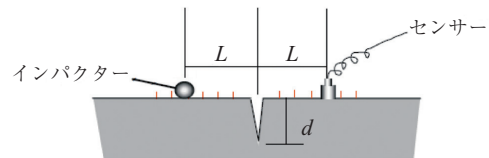


図 - 2 測定要領図

設置する。ひび割れ先端の回折角 θ が鋭角では引張波、鈍角では圧縮波、両者の境界の角度が直角となる。引張波では下向きの波形(図 - 3)、圧縮波では上向きの波形(図 - 4)になることにより、ひび割れ深さ d の判定を行う。

2.2 調査にあたっての工夫

巻立てコンクリート部の鉄筋位置のかぶり深さを事前に

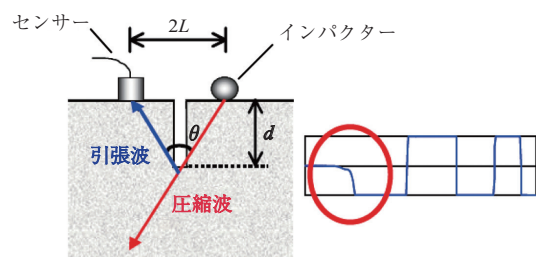


図 - 3 鋭角波形(下向き波形)

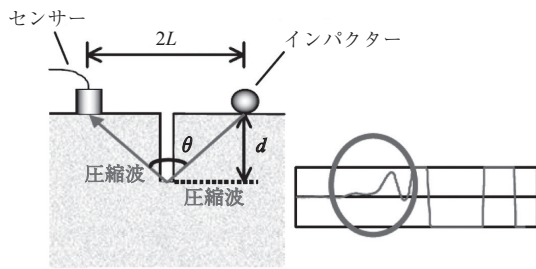


図 - 4 鈍角波形（上向き波形）

把握するために「電磁誘導法（プロフォメータ 5）」（写真 - 2）を利用してコンクリート表面からのかぶり深さを測定した。その理由としては、ひび割れ深さが鉄筋表面まで到達していた場合はその位置で位相反転となるからである。

次に、ひび割れ内部に異物等が存在すればその深さ（位置）で位相が反転することからひび割れ箇所を「コンプレッサー（エアマン）」で清掃し、ひび割れ深さを過ぎると臨界角以上を示す特有の波形が現れることから、その位置から広く 30 mm まで上向き波形を確認した。



写真 - 2 鉄筋かぶり測定状況

3. 調査結果

最小ひび割れ幅は 0.05 mm、最大ひび割れ幅は 0.15 mm で、それぞれ最小ひび割れ深さ 30mm、最大ひび割れ深さ 60 mm であった（図 - 5, 6）。事前の電磁誘導法による内部鉄筋表面までのかぶりが 75 mm（設計かぶり 70 mm）であったことからひび割れは鉄筋表面へ到達していないことが判明した。

4. 補修工法の選定

「コンクリートひび割れ調査，補修・補強指針 - 2009 -」からの補修要否の判定からは補修不要であったが、潮汐帯の環境という観点から合同協議の結果から補修となった。コンクリート標準示方書（維持管理編）のひび割れ補修工法には①表面塗布工法，②注入工法，③充填工法，④含浸材塗布工法などが示してある。調査場所は、潮汐により基礎支柱が 4～5 時間程度で水浸すること、ひび割れ幅が 0.15 mm 以下、ひび割れ深さが 60 mm という調査結果と工法比較検討より、④含浸材塗布工法を選定した。

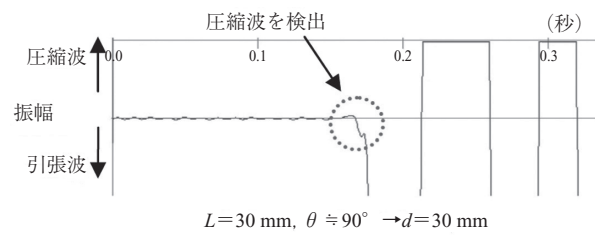


図 - 5 最小ひび割れ深さ（位相反転）

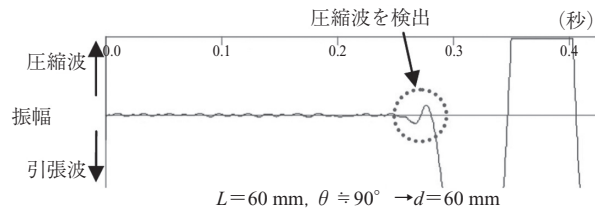


図 - 6 最大ひび割れ深さ（位相反転）

含浸材を使用するにあたり、シラン系・けい酸塩リチウム系・けい酸塩ナトリウム系などが土木学会発刊・表面保護工法設計施工指針（案）に分類されている。含浸材の大きな特徴のひとつにコンクリート表層部を緻密化し、各種劣化因子の浸入を防ぐ効果がある。また、ひび割れ透水性試験における透水比（透水量 g/day：JSCE-K572）に関してはシラン系に対してけい酸塩系は水の透水を抑制する効果が高い。一方、シラン系は撥水性を有するため外部からの水の供給を抑制するとともに、内部の水を外部に放出させる性質等もある。上記などを踏まえて、含浸材製品の比較検討表（効果持続性・耐久性・安全性・施工性・経済性等）により、とくに施工性（シラン系：乾燥養生，けい酸塩系：湿潤養生）の観点から海水への対応可能なけい酸塩ナトリウム系含浸材を採用した。

5. おわりに

含浸材なども多くのメーカーから市販されているが、その評価は十分ではない。今後は「表面保護工法 設計施工指針（案）」や「けい酸塩系表面含浸工法の設計施工指針（案）」等に準拠しながら、真摯にその評価を行っていきたいと思う。また、含浸工法等を施工するにあたり、含浸施工箇所のコンクリートの表面の緻密性（硬度）などにおける弾性率は構造体の劣化進行速度に影響することから加速度付きインパクトなどによるコンクリート表面での接触時間（衝突してから押し戻されるまでの時間）の検討などにも今後取り組んでいきたいと考えている。最後に、非破壊試験の確実性を確認する観点から破壊試験なども併せて実施検証しながら非破壊試験の確実性を進展させ、同時に補修工法の検証にも帰結させていきたいと思う。

参考文献

- 1) 岩野聡史他：衝撃弾性波法によるコンクリート構造物の厚さ測定，コンクリート工学年次論文集，Vol.23，No.1，PP.547-552，2001.6

【2012年11月30日受付】