

実際に打設した断面修復材に対する衝撃弾性波法による品質管理

リック (株) 正会員 ○岩野 聡史 日本大学 正会員 渡部 正
リック (株) 坂本 良憲 リック (株) 實藤 大夫

1. はじめに

断面修復工による補修工事を実施したコンクリート構造物において、断面修復材として打設したポリマーセメントモルタル（以下、PCM）の品質管理に非破壊試験の一手法である衝撃弾性波法を適用した。補修工事は構造物の力学的な性能を回復もしくは向上させることを目的としており、構造物の長寿命化に寄与する対策となる。しかしながら、実際の補修施工が計画・設計通りに実施されていなければ、補修後の再劣化の要因となるなど、前述の目的を達成できない危険性がある。このことから、施工時の品質管理が重要になると考えられる。一般的な PCM の品質管理としては、練混ぜ時に J_14 ロート試験、テストピースによる圧縮強度試験などが実施されている。ただし、これらの試験では試験用に PCM の練混ぜを行うことが可能となり、場合によっては、実際に打設された PCM の品質がこれらの試験結果とは異なることも考えられる。これに対して、非破壊試験であれば構造物を壊さずに直接試験が実施でき、さらに、実際に打設した PCM に対して無作為の箇所での試験が可能となる。今回は非破壊試験のこの特長を活用し、打設された PCM に対して、練混ぜ時の水分量、打設後の養生条件によって変化する品質に関する試験を衝撃弾性波法より実施したので報告する。

2. 工事概要

補修工事を実施した構造物は海岸沿いに建設された洞道である。塩害により劣化したコンクリートを除去して、PCM を打設して充填する断面修復工による補修工事を行った。断面修復工の実施数量は 6 部材の約 140m²であった。使用した PCM はグラウト用無収縮ポリマーセメントモルタルで、現地で製造会社の指定する量の水を計量して加え、練混ぜをして打設した。打設後は急激な乾燥を避けるため、3 日以上湿潤養生とした。

3. 試験方法

試験状況を写真 1 に示す。打設した PCM の表面を質量 18g の小型のハンマで打撃し、ハンマと PCM との接触時間を測定した。測定される打撃波形の例を図 1 に示す。接触を開始した時刻から振幅値が最大値となる時刻までがハンマが PCM に貫入している時間（貫入時間）、振幅値が最大値となる時刻から接触を終了した時刻までが PCM がハンマを反発している時間（反発時間）となる。測定される接触時間は、式(1)、式(2)に示す、PCM の弾性係数 E とブリネル硬さ H_B とを反映する貫入時間と反発時間から決定される¹⁾。

$$t_m = \sqrt{(m\pi)/(8RH_B)} \quad (1)$$

$$t_R = (\pi/4) \cdot \sqrt{2m} \cdot \left\{ (1-\nu^2)/(RE) \right\}^{1/4} \quad (2)$$

ここで、 t_m ：貫入時間、 R ：ハンマの半径、 m ：ハンマの質量、 H_B ：ブリネル硬さ、 t_R ：反発時間、 E ：PCM の弾性係数、 ν ：PCM のポアソン比である。

接触時間のこの性質を確認した実験の例を図 2 に示す。実験では、供試体の水と PCM との比率（W/P）は、製造会社が指定する 16% の他、19%、22% の 3 種類とした。また、養生条件

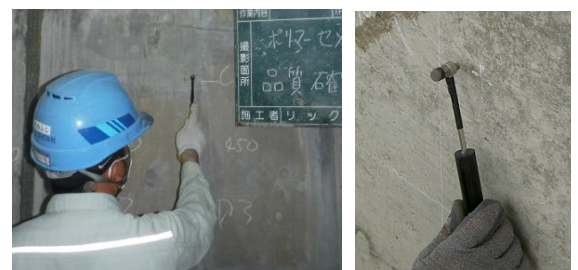


写真1 測定状況および測定に用いるハンマ

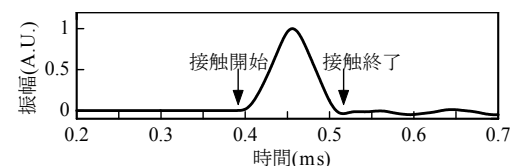


図1 測定で得られる打撃波形の例

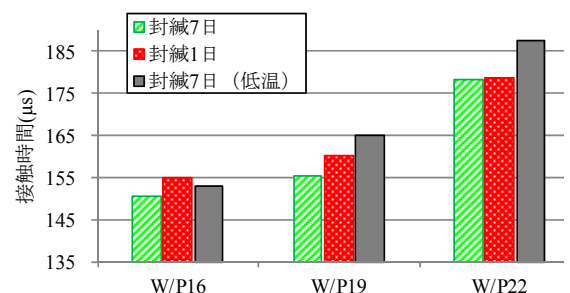


図2 供試体実験の例

キーワード：断面修復工、品質管理、非破壊試験、衝撃弾性波法、接触時間
連絡先：〒143-0004 東京都大田区昭和島 2-4-3 TEL 03-5762-2058 FAX 03-3764-0198 E-mail siwano@ri-k.co.jp

は早期に乾燥させた条件や低温での条件を加えた。各供試体で測定した接触時間を比較すると、接触時間は PCM の水分量や養生条件により品質が低下すると長く変化することが確認される。以上のとおり、接触時間は PCM の品質を反映する。なお、小型のハンマで測定している接触時間は、PCM の局所的な品質を反映すると考えられる。一般に断面修復工での PCM の厚さは 10cm 程度以下になる場合が多いと考えられるが、接触時間は PCM と付着する母材コンクリートの影響を受けることなく、PCM のみの品質を反映すると考えられる。

4. 試験結果

今回の試験方法は、実際に打設した PCM で測定した接触時間が判定基準値を満足するのかを比較する方法とした。判定基準値は $75\text{mm} \times 150\text{mm}$ のテストピースでの接触時間の測定結果から設定した。このテストピースは PCM の打設時に 3 体作製し、養生方法は水中養生とした。テストピースでの接触時間の測定材齢は、実際に打設した PCM と同じ 7 日とした。判定基準値は (全平均値) $+3 \times$ (標準偏差) から設定した。その結果を表 1 に示す。なお、テストピースの材齢 28 日時の圧縮強度は平均で 54.1N/mm^2 であった。これは、製造者のカタログに示される圧縮強度 51N/mm^2 と同等であり、このテストピースの水分量、養生方法は適切であったと判断できる。つまり、このテストピースで測定した接触時間から判定基準値を設定することは妥当であると判断できる。

実際に打設した PCM で測定した接触時間と判定基準値との比較を図 3 に示す。測定点数は部材毎に 6 点～9 点とした。全測定点とも、接触時間は判定基準値以下となり、判定基準を満足する結果となった。以上の結果より、実際に打設した PCM の水分量、養生方法は適切であり、品質に問題は無いと判断できる。



写真2 テストピースでの測定状況

表1 テストピースでの接触時間の測定結果および判定基準値の設定結果

テストピース No.	接触時間(μs)		標準偏差： σ (μs)	判定基準値 (μs)
	各測定値	全平均値： m		
01	151.5	149.3	3.5	159.7
02	147.8			
03	148.8			

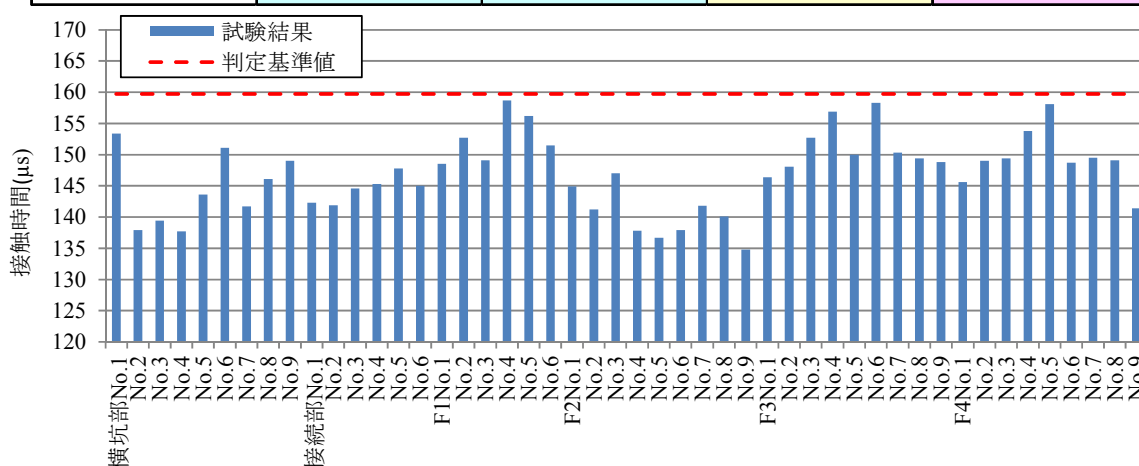


図3 実際に打設した断面修復材での接触時間の測定結果

4. まとめ

断面修復工による補修工事を実施したコンクリート構造物において、実際に打設した PCM の品質管理に非破壊試験の一手法である衝撃弾性波法で接触時間を測定する試験方法を適用した。この試験方法は構造物を壊さずに直接試験が実施でき、さらに、実際に打設した PCM に対して無作為の箇所での試験が可能となる。このことから、品質管理方法として有効な手段になると期待される。

参考文献 1) 岩野聡史, 内田慎哉, 麓隆行, 小澤満津雄: 衝撃弾性波法による火害を受けたコンクリートの劣化評価方法に関する基礎的研究, コンクリート工学論文集, 第 28 巻, pp.35-45, 2017.3