

MT システムによる断面修復工法および注入工法を施した供試体の 補修効果の定量的評価

徳島大学 学生会員 ○田中弘晃 徳島大学 正会員 渡邊健
徳島大学 正会員 滑川達 徳島大学 正会員 橋本親典

1. 目的

近年、多くのインフラ構造物が高齢化の時期を迎えており、劣化・損傷を受けたコンクリート構造物の補修補強が行われている。一方で、補修の施工およびその効果が適切に発揮されているかの調査や評価方法が確立されておらず、目視による外観観察にとどまっている。そこで、本研究では補修を施した供試体に対し、各種非破壊試験から得られるデータを統合し、健全なデータを基準としたマハラノビスの距離という一次元の指標に落とし込むことが可能な MT システムにより補修の効果の定量化を目的とする実験を行った。

2. 実験概要

2.1. MT システムについて

MT システムとは複数の指標を用いて対象を総合判断するパターン認識技術の一つ¹⁾であり、本研究では MT システムの中の MT 法を使用している。MT 法とは、正常なサンプルから構成される単位空間から、判断対象サンプルがどの程度離れているかをマハラノビス距離(以下、MD と称する)によって定量的に判断する手法である。判別の境目となるしきい値について、本研究では「4」と設定している。また、異常と判定されたサンプルに関して、採用している特徴項目の内どの特徴項目がマハラノビス距離に影響を与えているかを確認することが可能である。

2.2. 使用した供試体と実施した非破壊試験について

供試体の概要を図-1 に示す。配合等の詳細は先行研究²⁾と同じであるため一部割愛する。供試体は 150mm × 150mm × 550mm の有筋角柱供試体で、深さ 50mm または 80mm の切りかけを設け、意図的に豆板状の欠陥部を作成した。その欠陥部に対して断面修復工法の左官工法および注入工法により補修を行い、供試体としており、本研究では 50-1、50-3 と称する。実施した非破壊試験について表-1 に示し、各試験の測定個所について図-2 に示す。

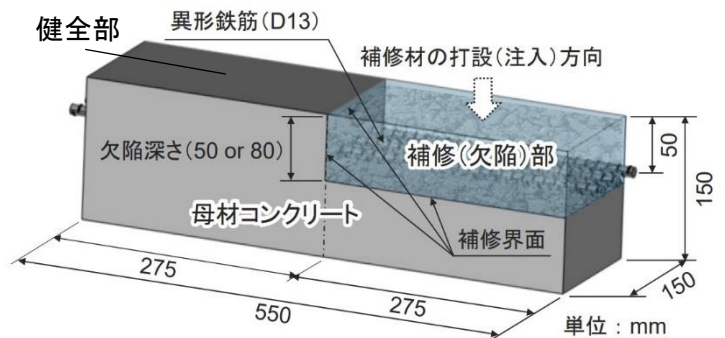


図-1 供試体の概要図 [参考文献 2) より引用]

表-1 実施した非破壊試験について

非破壊試験	目的
衝撃弾性波試験	供試体の深さ方向における補修界面と母材コンクリートや欠陥部との一体性の評価のため
超音波法 機械インピーダンス法 簡易透気試験	補修表面に関して、一体性や強度、物質移動抵抗性の評価のため
含水率測定	各種非破壊試験結果に影響を及ぼすノイズと想定したため

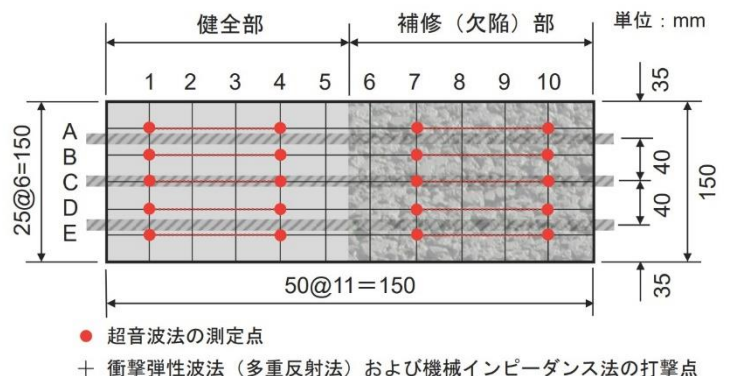


図-2 各種非破壊試験の測線と測点
[参考文献 2) より引用]

3. 結果および考察

実施した各種非破壊試験から得られたデータを用いて、MT法による解析を行った。6体の供試体の健全部のデータを単位空間に設定し、それぞれの供試体の補修部の測点を評価した。

図-3に断面修復工法によって補修を行った供試体と注入工法によって補修を行った供試体それぞれの各測点のMDのグラフを示す。縦軸がMD、横軸が各供試体の測点を示している。両方の供試体の各測点のMDは全てしきい値の4を上回り、異常判定される結果となった。しかし、補修の工法によるMDの違いが見受けられ、左官工法の50-1の方が注入工法の50-3よりMDが小さく、供試体の品質が健全領域に近い状態にあることが示された。影響を与えている特徴項目としては50-1では表面含水率以外が挙げられ、特に超音波速度が大きな影響を与えていることが確認でき、50-3では透気係数が影響を与えていることが確認できた。MDに関して、補修前と比較すると、50-1と50-3の両方約250であるのに対して、50-1の補修後のMDは約9~18と小さくなっており、50-3の補修後のMDは17~29と小さくなっている。このことより、補修によって供試体の品質が健全領域に近づいていることがMDにより示すことができたといえる。ただし、この結果は本研究の供試体での結果であり、工法の優劣を示すものではない。

一方で先行研究において50-1の補修後のMDの値は4以下になっており、それらとの違いが確認された。これは、今回の実験と先行研究では用いている非破壊試験手法が異なることが理由として挙げられる。今回は透気試験については、本研究室で開発したシリンダーを用いた簡易透気試験を採用している。注入工法で補修した50-3は透気係数がMDに影響を与えており、目視では確認することが困難であるコンクリート表層の物質移動抵抗性の差異を評価できたと言える。

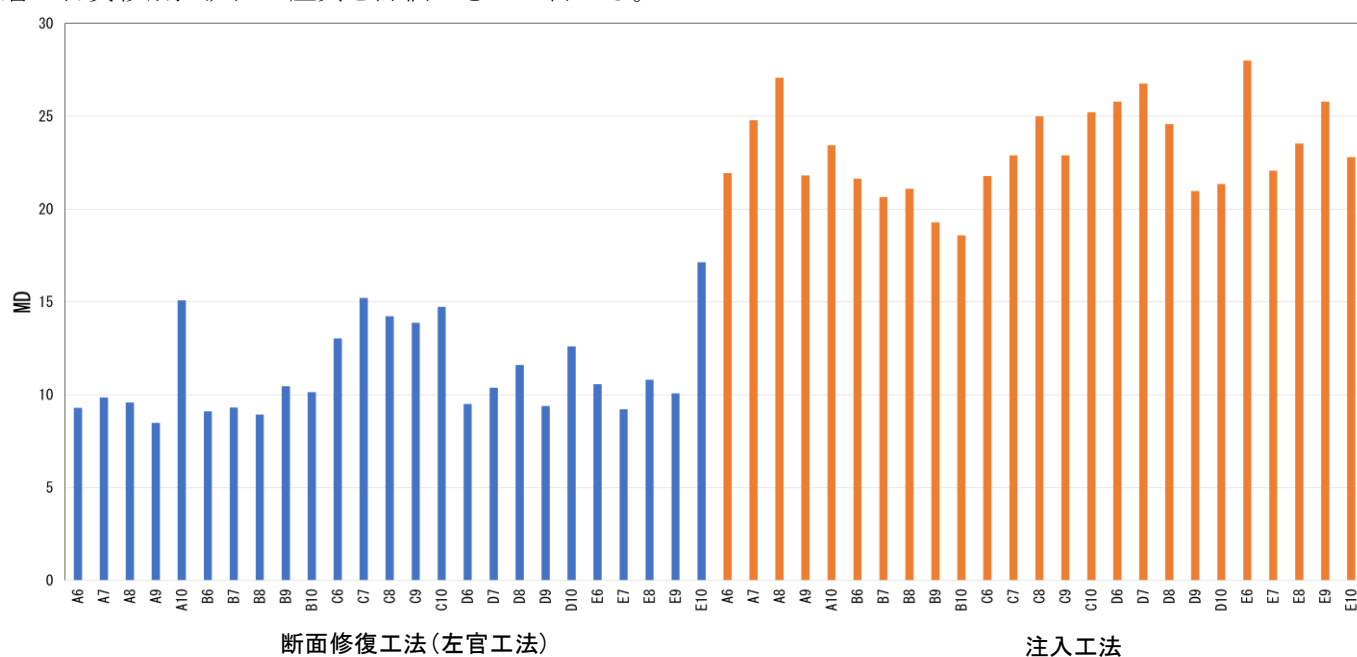


図-3 各供試体における各測点のMD

4. まとめ

供試体の欠陥を補修した補修効果について、品質工学のMT法を適用し、各非破壊試験手法を統合した尺度であるマハラノビスの距離によって補修効果を定量化できる可能性を示した。

参考文献

- 1) 田村希志臣：よくわかるMTシステム-品質工学によるパターン認識の新技术，pp.9-119，2009年
- 2) 野内彩加，渡邊健，滑川達，橋本親典：品質工学に基づくMTシステムと各種非破壊試験データを用いた断面修復工法および注入工法による補修の施工品質の定量的評価，コンクリート構造物の補修，補強，アップグレード論文報告集，Vol. 20，267-272，2020年