

凍害劣化した開水路側壁コンクリートの注入工法による力学性能改善効果 Improvement Effect of Mechanical Properties using Grouting Method for Concrete Sidewall of Open Channel Deteriorated by Frost Damage

○周藤 将司*, 緒方 英彦**, 石神 暁郎***, 佐藤 智***, 鈴木 哲也****, 山岸 俊太郎*****
SUTO Masashi, OGATA Hidehiko, ISHIGAMI Akio, SATO Satoshi, SUZUKI Tetsuya and YAMAGISHI Syuntaro

1. はじめに

注入工法は、コンクリート構造物のひび割れ補修工法として現在最も普及している工法であり、躯体の一体化を図ることを目的として施工される場合も多い工法である¹⁾。しかし、注入材に求められる性能についての試験方法は一律には定められておらず、注入材充填後に一体化した躯体の力学性能の改善効果についても十分な検討はされていない。

寒冷地におけるコンクリート構造物の代表的な劣化には、凍害が挙げられる。特に RC 開水路側壁に代表される薄肉構造物の凍害劣化に関しては、内部変状として層状ひび割れが多くのある場所を確認されている。それに伴い、表層から層状にコンクリートが剥離する現象も確認されている。層状ひび割れは、部材内部に生じた各々の微細ひび割れが連続することによって進展し、躯体の一体性を阻む要因となる。筆者らの既往の研究では、層状ひび割れの生じた水路側壁コンクリートに対して注入工法を実施し、一体化を図った後の超音波伝播速度、圧縮強度についての検討を行っている²⁾。しかし、層状ひび割れが生じた箇所について注入材充填前後の強度の改善効果については整理されていない。そこで本文では、凍害によって層状ひび割れの生じた RC 開水路側壁に対して注入工法を実施し、注入材充填前後の力学性能の変化について検討した結果を示す。

2. 試験概要

本試験で用いた躯体は、昭和 40 年代に築造され北海道内で供用されている RC 構造の現場打ちフリーーム水路の側壁部である。側壁の内面は南向きに面しており、背面は土中に埋もれた状態で供用されていた。注入試験は、同一バレル内で幅 1.5m のブロックを 2 枚切り出し、実験室に搬入して行った。搬入したブロックの一方の表面状態を写真-1 に示す。

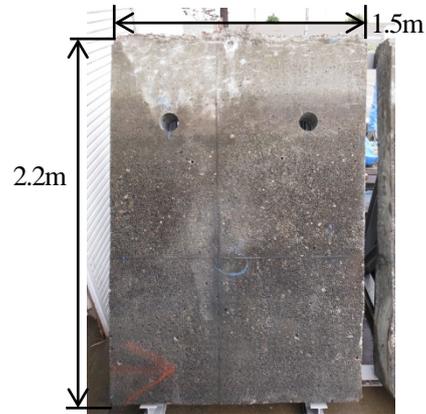


写真-1 試験ブロックの表面状態

最多頻度水位より上部の気中部では水路長手方向へのひび割れが顕著であり、下部の水中部では摩耗による骨材露出が顕著であった。

注入材の充填は、層状ひび割れの発生が予想される側壁気中部に縦、横それぞれ 0.2m 毎に 2 行 7 列、計 14 か所に注入孔を削孔し、注入台座を取り付けて行った。また、注入台座取り付け用孔とは別に空気抜き用孔を注入孔の水平方向中間点に計 12 か所削孔した。いずれも孔径は 10mm、深さは約 100mm である。注入材は、2 枚のブロックで別の材料を用いた。一方は JIS A 6024 〈建築補修用注入エポキシ樹脂〉硬質形 (I) 低粘度形及び国土交通省土木補修用エポキシ樹脂注入材 1 種適合品の低粘度形エポキシ樹脂 (以下、エポキシ系材料) であり、もう一方は超微粒子セメントを主成分とするプレミックスセメント (以下、セメント系材料) である。

試験に用いるコアの採取は、注入材の充填前後に行った。充填前のコアとしては、層状ひび割れを有する気中部から 1 本採取した (コア No.1)。充填後のコアは、注入材充填 1 週間後に気中部から 3 本採取した。ブロックごとの内訳は、エポキシ系材料を用いたブロックから 2 本 (コア No.2, 3)、セメント

*鳥取大学大学院連合農学研究科, United Graduate School of Agricultural Sciences, Tottori University, **鳥取大学農学部, Faculty of Agriculture, Tottori University, ***土木研究所寒地土木研究所, Civil Engineering Research Institute for Cold Region, ****新潟大学自然科学系 (農学部), Faculty of Agriculture, Niigata University, *****新潟大学大学院自然科学研究科, Graduate School of Science and Technology, Niigata University, 凍害, RC開水路, 内部変状, 層状ひび割れ, ひび割れ補修, 圧縮強度

表-1 採取したコアの位置・目視状況及び測定結果

No.	部位	層状ひび割れ	注入材の充填	圧縮強度 (N/mm ²)	静弾性係数 (GPa)	超音波伝播速度 (m/sec)
No.1	気中部	有り	—	12.0	5.2	2347
No.2			無し	9.9	4.8	1709
No.3			有り (エポキシ系材料)	7.0	2.3	2071
No.4			(有り) (セメント系材料)	2.6	0.8	1285
No.5	水中部	無し	—	20.0	25.0	4006
No.6			—	27.0	—	3945
No.7			—	28.2	26.9	3971

系材料を用いたブロックから1本(コアNo.4)である。採取位置は、注入材の充填状況の目視調査と超音波法の表面走査法の結果から、層状ひび割れに注入材が充填されたと推定した箇所から選定した。また、気中部のコアと比較を行うために、コアは層状ひび割れを有していない水中部からも3本(コアNo.5, 6, 7)採取した。採取したコアについては、軸方向の超音波伝播速度を測定した後に、載荷試験によって圧縮強度、静弾性係数の測定を行った。

3. 試験結果・考察

採取したコアの状態を表-1に示す。気中部から採取したコアは、全てで層状ひび割れの発生が確認された。注入材の充填については、エポキシ系材料のNo.3では目視によってコア側面から充填が確認された。セメント系材料のNo.4では、コア側面から目視によって注入材の充填を確認することはできなかったが、注入材充填時のブロック側面の目視調査から充填されているものと判断したため括弧書きの表記とした。

載荷試験の結果からは、水中部と比較して気中部では圧縮強度・静弾性係数が低くなることが確認された。気中部ではコアの採取位置によって層状ひび割れの発生程度が異なるために一概に比較することはできないが、注入材の充填によって一体化が図られた後でも強度回復には至っていないことがわかる。超音波伝播速度の測定結果からも同様な傾向が得られ、非破壊試験と破壊試験の傾向が一致した。また、これらの傾向は、前述の既往の研究²⁾とも一致している。要因としては、以下の様に考えられる。注入

材の充填については、最少36 μ mの幅まで充填されていることを確認している。しかし、本試験で充填可能なひび割れは連続しているものに限られ、不連続な微細ひび割れに対してはひび割れ充填を行うことは不可能である。これより、コンクリート内部に生じた微細ひび割れが残存したことが、力学性能が回復しなかった原因であると考えられる。

これらの結果から、凍害によって生じた層状ひび割れに対して注入工法を適用する場合には、内部で連続している比較的大きな幅の層状ひび割れが充填されることで躯体の一体性の回復が図られ、表層からの剥離防止に対しての効果が見込まれる。しかし、注入工法による一体性の回復では力学性能の回復に至らない場合があることが明らかとなった。

4. まとめ

本試験から得られた結果を以下にまとめる。

- (1) 凍害劣化の生じた開水路側壁に注入工法を施した場合は、連続した層状ひび割れに注入材が充填されて躯体の一体化が図られる。
- (2) 注入材の充填は躯体の微細ひび割れには行われなことから、力学性能の回復には至らない。

参考文献

- 1) 公益社団法人 日本コンクリート工学会：『コンクリート診断技術』12[基礎編]，pp.248-249，2012
- 2) 周藤将司，緒方英彦，石神暁郎，金田敏和：凍害劣化の生じた RC 開水路側壁のひび割れに対する注入工法の適用性と超音波法による充填部の評価，セメント・コンクリート論文集，Vol.66，pp.296-302，2013