

現場硬化型更生管の低温硬化特性に関する検討

Study on low-temperature curing characteristics of Cured in place pipe

○平田 真樹子* 霜村 潤* 有吉 充** 毛利 栄征***
 Makiko HIRATA, Jun SHIMOMURA, Mitsuru ARIYOSHI, Yoshiyuki MOHRI

1. はじめに

現場硬化型管更生工法は、熱硬化性樹脂を含浸した円筒状更生材の内径側から水圧や空気圧の作用で膨張させ、既設管の内面に圧接した状態を保持しながら内部媒体の温度を上昇させることにより硬化し、既設管内面に更生管を築造する工法である。一般に熱硬化性樹脂は外界からの加熱により硬化反応が誘発されるが、十分な物性値を発現させるためには材料ごとに定められた温度プロセスに従って加熱、昇温する必要がある。しかし、現場状況によっては、既設管内の滞水や浸入水により、更生材の片面が冷却された状態が想定される。本状況下では、更生材の入熱面が所定の温度プロセスで加熱されていても冷却側では抜熱により十分な熱量が加わらないため、硬化が不完全となり更生管として設計どおりの物性値が発現できない懸念がある。

著者らは、このような悪条件下での施工においても完全に硬化反応が進み、更生管として十分な物性が得られる更生工法の開発を進めており、今回、熱硬化性樹脂に常温硬化性触媒を添加することにより非加熱状態での硬化性を確認する実験を行ったので、その内容を報告する。

2. 試験

2.1 試験方法

既設管の継手部から浸入水が生じている箇所施工された更生材を想定し、既設管を2つのコンクリートブロック、浸入水をブロック間に設置した冷水（5℃）を満たした水槽で模擬した。その上に熱可塑性フィルムで密封した熱硬化性樹脂を含浸した更生材を設置し、上方からのみ熱を加えられるよう装置を構成し、片側が冷却状態にある更生材を温水硬化する状況を再現した。温水を所定のスケジュールで昇温した後、更生材を装置から取り出し、正常に加熱された部位及び冷却により抜熱された部位についてショア D 硬度の経時変化を観察した。

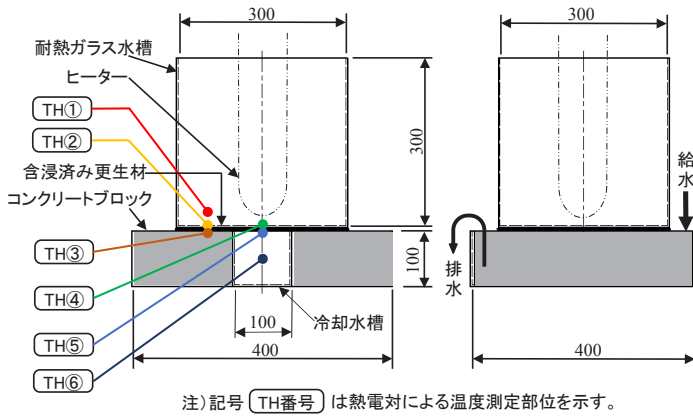
なお、使用した熱硬化性樹脂は不飽和ポリエステル樹脂に、常温硬化性促進剤（以下、促進剤という）を配合したタイプと配合なしのタイプ（ブランク）の2種類を用意し、各々同様の方法で実験した結果を比較した。

2.2 実験装置

実験装置の構成を図1に示す。既設管と見なした2つのコンクリートブロック（厚さ100mm×幅150mm×長さ390mm）の間に冷却水槽（深さ100mm×幅100mm×長さ400mm：容積4L）を配置し、冷水（5℃）を満たして冷却帯とした。また、冷却水は水道の蛇口でおよそ毎分1Lの流量に調節し、冷却水槽は常に満水状態を維持するよう努めた。冷却水槽内の温度は、熱電対で測定し、監視しながら適宜、氷を供給して5±2℃以内を目標に保持した。なお冷却帯の寸法は、呼び径900mmのA型ヒューム管継手が100mm抜け出した状態を想定したものである。

この上に、熱可塑性樹脂で密封処理をした含浸済み更生材を置き、さらに水を入れた耐熱ガラス水槽（深さ300mm×幅300mm×長さ300mm：容積27L）を載せ、投げ込み式ヒーターにより所定の硬化スケジュール（40℃：30分、60℃：30分、70℃：30分、85℃：120分）に従って水温を上昇させた。投げ込み式ヒーターは、温度調節機能付き制御器に接続し希望の設定温度で保持できる機能を有する。図中TH①～TH⑥は、各部位の温度測定用熱電対を表しており、これらの設置箇所を表1に示す。

*株式会社栗本鐵工所, KURIMOTO,LTD., **農研機構農村工学研究部門, Institute for Rural Engineering, NARO, ***茨城大学農学部, Faculty of Agriculture, Ibaraki University 現場硬化型更生工法, 更生管, 低温硬化特性



注)記号 (TH番号) は熱電対による温度測定部位を示す。

図 1 試験装置の概要図

表 1 熱電対設置箇所

| 熱電対 記号 | 添付部位 |
|-----------|----------------------------|
| TH① | 耐熱ガラス水槽内 |
| TH② | 含浸済み更生材上面 (コンクリートブロック上) |
| TH③ | 含浸済み更生材下面 (コンクリートブロック上) |
| TH④ | 含浸済み更生材上面 (冷却水槽上) |
| TH⑤ | 含浸済み更生材下面 (冷却水槽上) |
| TH⑥ | 冷却水槽 |

2.3 試験結果

図 2 は硬化中の温度履歴、図 3 は硬化スケジュールの終了後から 1,000 時間までショア D 硬度を測定した結果である。試験に用いた樹脂は、ショア D 硬度 60 以上で完全硬化していると思なすことができるものである。促進剤の有無で温度履歴に大きな変化はない (図 2) が、促進剤なしのタイプは、緩やかな硬度の上昇は見られるものの、1,000 時間経過後も完全硬化部の 6 割程度の硬度であった (図 3)。一方、促進剤ありのタイプは、約 200 時間でほぼ完全硬化とみなせる硬度にまで達していることを確認した。

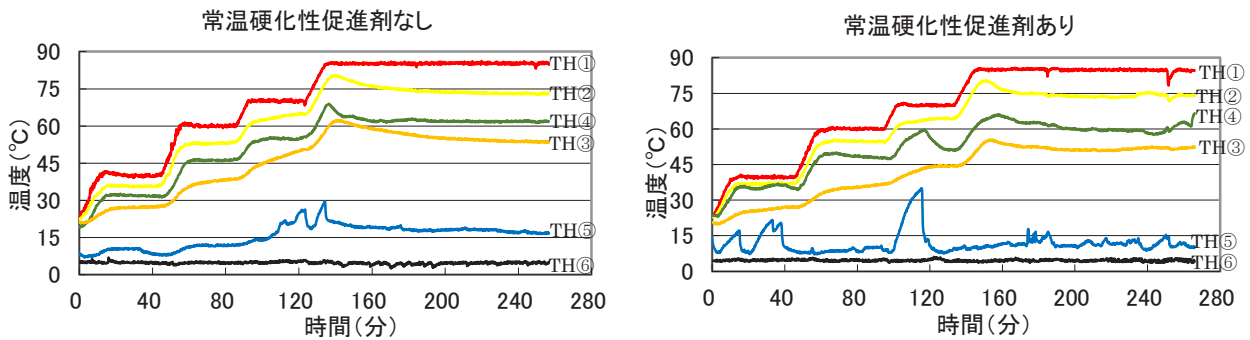


図 2 試験時の温度履歴

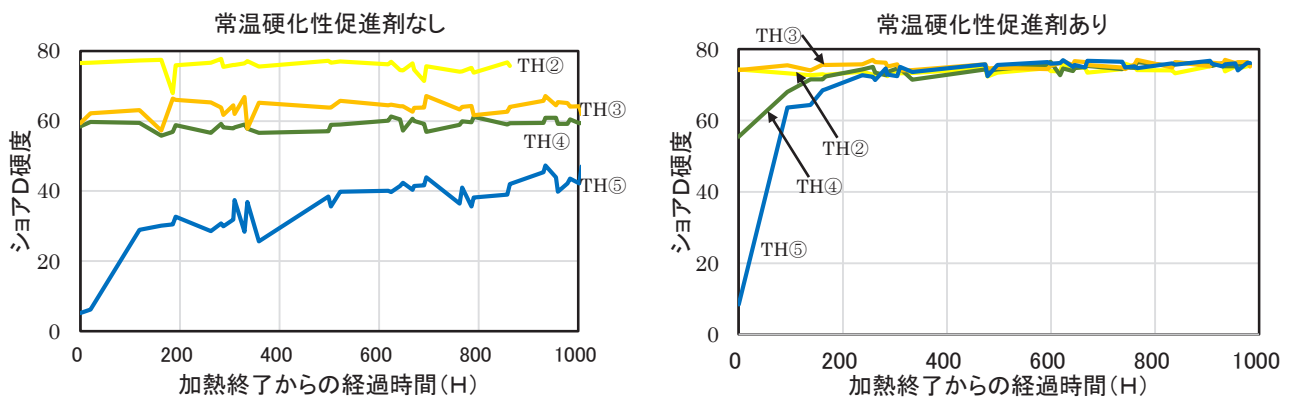


図 3 加熱終了時から 1000 時間までのショア D 硬度の推移

3. まとめ

本試験結果から、熱硬化性樹脂に促進剤を添加することで、低温環境下でも完全硬化レベルまで硬度が上昇するだけでなく、硬化特性も向上し、品質が安定することを確認した。ただし、促進剤の添加は、硬化する反応速度の向上と比例することになるため、可使時間 (短縮) や夏場の保冷管理等に注意する必要がある。よって、促進剤の配合率は、熱硬化系硬化剤の量も含めて適正に設定する必要があると考える。