

寒冷地の冬季施工における「熱硬化性樹脂を用いた管更生工法」の硬化検証 Verification of curing process of thermosetting resin used in the pipe Rehabilitation practice in Winter season of cold districts

渡部由宏*,先崎晃久*,中橋正彦*,山品正志**,久保田政雄***,荒澤雅美****,荒川崇*****

Y.Watanabe,A.Senzaki,M.Nakahashi,M.Yamashina,M.Kubota,M.Arasawa,T.Arakawa

1.地区の概要

本地区の水源は富良野川である。富良野川の最上流域である十勝岳の山頂部は火山性の土砂や岩石が厚く堆積し、多量の硫黄及び硫黄根成分を含んでいる。流出する漂流水や地下水は、著しい酸性となり、富良野川は硫化物を含む強酸性水の河川となった。

この富良野川から取水した本地区の土壌には硫黄分が堆積され、富良野川以外から取水する受益水田と比較すると著しく収量が低下し、コンクリート用水路においては強酸性水の影響を受け、コンクリートの表面剥離、亀裂の発生、鉄筋の腐食などによって水路体としての強度は低下し、用水路としての機能は失われていることが判明した。

この障害を恒久的に防止する対策として、水源を「日新ダム」に転換し、開水路はパイプライン化による改修が計画された。

2.管更生工法

管更生工法を実施する区間は既施設が逆サイフォン区間であり、開削工法では1)管の上部にラベンダーが植栽され、公園となっている、2)傾斜地の樹木を伐採することによって、工事後に裸地となった斜面は降雨によって土砂の流出や法面崩壊が予測される、3)現在の植生を復元するには長期的な時間がかかる、4)付近の住宅は井戸水を利用している。地下水脈を遮断し、井戸水の枯渇の恐れがある、などの課題があり、対応策として非開削工法である管更生工法を採用した。

工事の概要は、管径 900 mm,延長 348m の既設逆サイフォンに 1.09Mpa 内圧管としての用水路機能を持つ「更生管」とする必要がある。

本工事に用いた管更生工法は、熱硬化性樹脂をフェルトに含浸させた材料を既設管内に水圧で反転挿入し、熱を加えて硬化させる「反転工法」のインシチュフォーム工法である。

施工方法は、1)既設管に熱硬化性樹脂を含浸したライナーバックを、水圧による水頭差で反転挿入する、2)管内水をボイラー車で循環加熱して圧着硬化させる、この事により既設管路の中に、新しい管路を構築する工法である。水圧による反転のため、十分な反転水力が確保され、延長の長い管路や逆サイフォン部の曲管部においても施工が可能である。

3.施工

本工法の成型方法は、熱硬化性樹脂を反転に用いた管内水を 55℃, 65℃, 70℃ で各 2 時間平行養生した後に、80℃ に加温し、4 時間養生する協会仕様を適用した。

含浸した熱硬化性樹脂は、常温で硬化する性質を有し、含浸後の運搬などは、氷を入れた冷却水に浸す対策が講じられていた。このことは夏季施工の暑さ対策より、コスト縮減

*北海道 Hokkaido Government, **北海道土地改良事業団体連合会 Hokkaido Federation Of Land Improvement Association, ***富良野土地改良区 Furano Land Improvement District, ****(株)アラタ工業 Arata Kogyo Co.,Ltd, *****新日本製鐵(株) Nippon Steel Corporation Key Words:管更生工法, 冬季施工

の観点から「寒冷地における冬季施工」が有効であり，加温はボイラーの大型化や台数を増加することにより可能であると判断した。

また，工事の施工においても，水田から落水し用水路の断水する 8 月下旬から準備にかかり，本工事にかかるのは 11 月以降となることも本工法を優位になるものと思われていた。

しかし，施工時期の気温は連日氷点下となる。施工した 12 月 18 日の気象は吹雪で外気温は -10℃，地盤凍結，反転水の水温は 5℃ となり，地表水は凍結する最悪の条件となった。

4. 温度管理

加温は 80 万 K カロリー - 2 台と 40 万 K カロリー - 1 台のボイラーで実施し，図 1 の地点で温度管理を行った。

水温計は A，B，D，管壁温度計は A，B，C，D，に設置した。A の発進口では水温及び管壁温は 80℃ に達したが，B，C，D では 60℃ にしか達しないことが明らかになった。この事態に対処する基準も無いことから，樹脂メーカーの指導により，44 時間

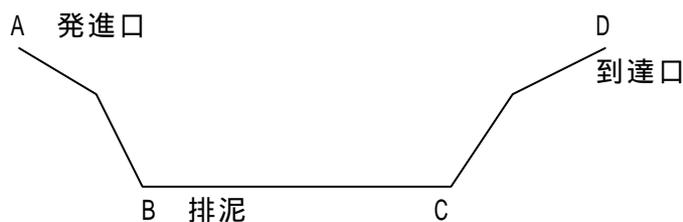


図 1 温度計測位置図

養生(80℃ -4 時間×8 倍 + 平行養生 -4 時間×3 倍)し，加温を終了した。

しかし，樹脂メーカーからの指導はこれまでの経験則であり，60℃ で 44 時間養生した場合の硬化度，強度を確認する資料は無い。また，現地から採取する供試体は A と B の中間点に設置され，水温が A は 80℃ 以上であり，B は 60℃ であることから，60℃ で 44 時間養生した硬化度，強度の確認は出来ない状況にあった。

5. 実証実験

硬化度，強度の確認のため，次の実証実験を実施した。

1)仕様温度 80℃ で 4 時間養生した供試体，2)70℃ 14 時間養生した供試体，3)60℃ 44 時間養生した現場を模擬した供試体，4)60℃ 32 時間養生した供試体(80℃ -4 時間×6 倍 + 平行養生 -4 時間×2 倍)の 4 ケースで，試験の種類は 3 点曲げ試験，引張試験の 2 種類で，各試験 5 供試体を作成した。

6. 試験結果及び考察

	80℃ 4 時間	70℃ 14 時間	60℃ 32 時間	60℃ 44 時間	Kgf/cm ² 協会規格値
曲げ試験	812.9	656.3	811.2	881.2	500.0
引張試験	585.1	558.9	556.7	595.1	450.0

表 1 強度試験結果表(平均値)

表 1 の結果から、設計曲げ強度 100Kgf/cm² (安全率 5)、設計引張強度 300Kgf/cm² (安全率 1.5) に対して十分な強度が確保していることを確認した。また，60℃ 32 時間でも十分な強度を得ることが確認できた。

以上の結果から，熱硬化性樹脂を用いた反転工法による施工において，外気温，既設管路内の温度上昇状況に応じた養生時間として，協会基準に加えて，新たな基準を確立することができた。