

管きょ更生工法の施工機材と施工事例

SPR 工法, SPR-SE 工法, SPR-NX 工法

久保善央

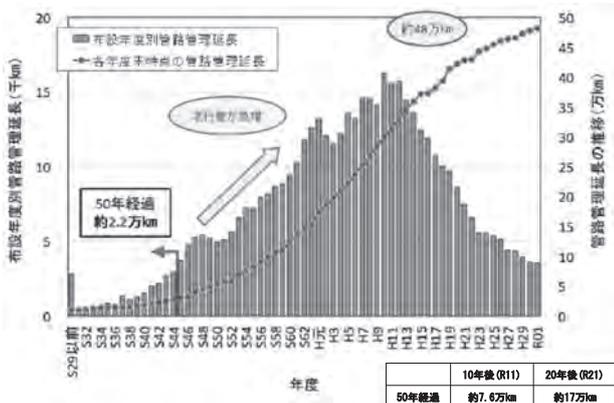
近年、下水道は標準耐用年数50年を経過した管きょが、今後、急速に増加し、老朽化対策が急務となっている。この老朽化対策として管きょ更生工法である SPR 工法（以下「本工法」という）が1987年に開発・実用化された。本工法は埋設された既設管の中で硬質塩化ビニル製の帯状材料を円形、矩形、馬蹄形等の既設管と同様な形状の管をつくり、既設管とのすき間に裏込め材を注入し、強度復元させる管きょ更生工法である。この管をつくるための施工機材を製管機という。本稿では、この独自開発された製管機と施工事例を紹介する。

キーワード：管きょ更生工法, 老朽化, 下水道管きょ, SPR 工法, 製管機, 更生管

1. 下水道管きょの老朽化

全国下水道普及率は2019年度末において79.7%（下水道利用人口／総人口）であり、全国下水道管きょの総延長は約48万kmという膨大な延長となっている。このなかで、標準耐用年数50年を経過した管きょの延長は約2.2万km（総延長の5%）であるが、10年後は7.6万km（16%）、20年後は17万km（35%）と今後、急速に増加する（図一）¹⁾。管きょが老朽化すると破損やクラック部分から土砂が管内に引き込まれ、道路陥没等が発生する（写真一）。

下水道管きょはそのほとんどが道路下にあり、水道管、ガス管、電力管、通信管よりも深く埋設されている。そのため、道路を掘って管きょを入れ替える開削工事は、道路の交通規制、水道・ガス・電力などの他企業者との調整や管きょの布設替え、管きょの養生等も必要となり、非常に困難である。



図一 管路施設の年度別管理延長 (R1 末現在)



写真一 道路陥没状況

2. 管きょ更生工法

近年、老朽化対策として管きょ更生工法の採用が増加している。管きょ更生工法とは、老朽化等により既設管に破損、クラック、腐食等が発生し、安全性や流下能力が保持できなくなった場合、道路を掘らずに既設管の内面から管を構築して、性能回復を図る工法である。

管きょ更生工法のメリットは以下のとおりである。

- ①既設ストックを活用するため、施工コストが安い。
- ②道路を掘らずに施工でき、周辺環境への影響（騒音・振動・交通渋滞）が少ない。
- ③仮設工事がほぼ必要なく、工期が短い。
- ④投入資源や廃棄物、施工時 CO₂ 排出量も少なく、環境負荷が小さい。

管きょ更生工法の歴史は、海外では45年以上、日本国内においても30年以上の歴史がある。1971年に英国で発明されたものが最も古く、100年以上前に布設されたロンドン市内の下水管きょ（レンガ積み卵形管 1175 mm × 610 mm, 延長 70 m）に施工された。その後、英国内で発展を遂げ、1970年代後半にはヨーロッパ諸国、アメリカ、オーストラリアでも実施され

るようになった²⁾。

国内では、1980年に管きょ更生工法が東京都内のガス配管に採用、1983年に広島県内の下水道、成田空港公団（反転・形成）³⁾、1986年に東京都の下水道で本工法の公式実験施工が行われ、翌1987年に実用化。現在は、下水道をはじめとし、農業用水、電力、通信、上水道等あらゆる管路に管きょ更生工法が採用されている。

3. 本工法の概要

(1) 工法概要

本工法は、「下水の流れる管きょ内で施工できること」、「新管と同等以上の流下能力と耐荷力が得られること」、「使用資機材や作業員の出入りはマンホールの開口部とすること」を基本条件として開発された工法である。

構造形式は、既設管の内側に硬質塩化ビニル製の带状材料（プロファイル）で螺旋状に管をつくり、既設管とのすき間に裏込め材（特殊モルタル）を注入することで、既設管と更生管を一体化させた強固な複合管として更生する管きょ更生工法である。本工法の概要図を図-2に示す。

適用範囲は円形管でφ250～φ5000、矩形きょ・馬蹄形きょで短辺900mm～長辺6000mmである。

(2) 施工手順

施工手順は図-3のとおり、管内を洗浄し、既設管の中にプロファイルで製管（管をつくる）を行い、既設管との端部（管口）をシールする。その後、プロファイルが浮き上がらないように浮上防止を行い、既設管とのすき間に裏込め材を注入して、仕上げる。

製管は、管内に人が入るかどうかで2種類の方式がある（図-4）。元押し式製管方式は、既設管径φ

900以下の円形管に適用し、製管機をマンホール内に設置して、管内に人が入らずに製管を行い、連続的に既設管内に押し込んでいく方式である。自走式製管方式は、既設管径φ800以上の円形管および矩形きょ・馬蹄形きょ等のあらゆる断面形状に適用し、製管機が既設管内を自走しながら製管を行い、連続的に既設管内に管を構築する方式である。

(3) 特長

本工法の主な特長は、以下のとおりである。

① 下水を流しながら施工できる

本工法は機械で製管するため、管内水位が既設管の30%（上限60cm）以下であれば施工できる（写真-2）。

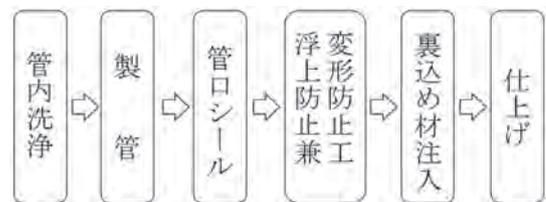


図-3 施工手順

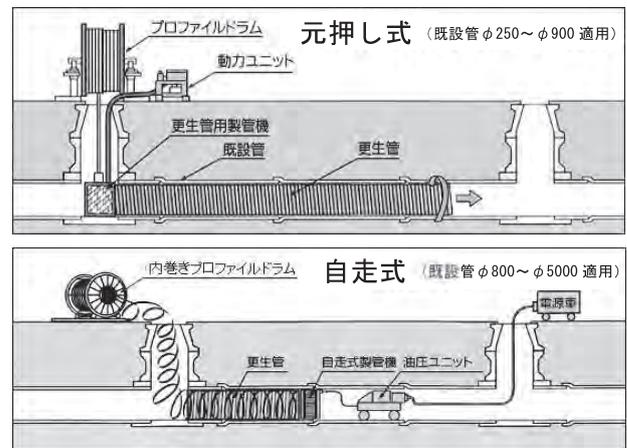


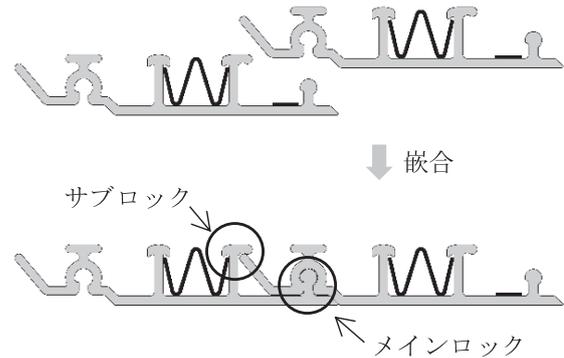
図-4 元押し式製管方式・自走式製管方式



図-2 概要図



写真一 2 供用下で施工状況



図一 5 嵌合機構

②管の形状が自由に設定できる

円形、矩形、馬蹄形、台形、卵形など自由に既設管の形状に応じた製管ができる。

③大口径管きょに対応できる

プロファイルに鋼材（スチール補強材）を組み込むことで剛性を高め、円形管で最大φ 5000、矩形きょ・馬蹄形きょで長辺 6000 mm の大口径管きょの施工が可能である。

④優れた耐食性、水密性、耐震性がある

プロファイルは塩ビ管と同じ材質のため、耐食性に優れている。プロファイルのかん合機構とシール材により水密性に優れている。更生管は継手のない一体管路になるため、地震動による軸方向の変位をかん合部で吸収でき、耐震性に優れている。

(4) 改良型の新たな工法

現在、本工法とともに、SPR-SE 工法と SPR-NX 工法（以下「SE 工法」、「NX 工法」という）が開発され、用途・実績が拡大している。SE 工法は、プロファイルの強度が高く、既設管の強度がなくても埋設強度に耐える工法である。NX 工法は、製管機の小型化と、プロファイルの改良により、施工中の流下阻害が少なく、更生断面を大きくできることが特長である。

4. 製管機

(1) 概要

本工法、SE 工法、NX 工法のすべてに共通するのが、施工機材としての独自開発された製管機である。製管機は、図一 5 のとおりプロファイルのメインロックとサブロックを嵌合させ、かつ、1 回転するごとに管を構築できる特長があり、元押し式と自走式がある。

プロファイルは、硬質塩化ビニル製だけのものと鋼製のスチールが組み込まれたものの 2 種類があり、また、種類により材料の剛性が大きく異なる。これらの

プロファイルを更生する断面にあわせて製管機が設計され、パターン化されている。

(2) 製管機の特長

製管機の特長は次のとおりである。

- ①下水を流しながら製管できる
- ②小口径（φ 600）の作業孔でも製管機を搬入できる
元押し式製管方式では製管機を分解でき、また自走式製管方式では製管機のリングを外せばチェーン状になるので、マンホールの形状に関係なく既設管内に製管機を搬入できる。
- ③不陸・蛇行・段差・曲りに対応できる
管きょに多少の曲りや沈下・浮き上がり等があっても、これに対応して製管をすることができる。
- ④長距離製管できる

自走式製管方式は既設管内を製管機が自走し、更生管を管内に製管していく方式のため、既設管との摩擦等の影響を受けず、容易に長距離製管できる。

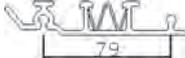
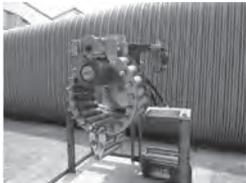
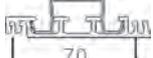
(3) 各工法の製管機

各工法の製管方式と製管機は、表一 1 のとおりである。

本工法の元押し式、SE 工法の牽引式は、マンホール内に製管機を設置し、製管機にプロファイルを送り込みながら嵌合させ、回転しながら製管し、管を押し出していく方式である。製管機は更生管径を規制するガイドローラー、プロファイルを嵌合させるための嵌合ローラーで構成されている。また、水中でも駆動できる油圧モーターを使用している。

自走式製管方式は、製管機が管内を自走しながら製管する方式で、鋼製ガイドフレーム、リンクローラー、嵌合ローラーなどで構成されている。嵌合ローラーを油圧ユニットで駆動させ、製管機が 1 回転するとプロファイル幅分だけ前進し、製管する。円形管の場合、嵌合ローラーは 1 個が基本だが、円形管の大口径、矩

表一 1 製管機の概要

工法 製管方式	本工法		
	元押し式	自走式 (円形管)	自走式 (矩形)
使用プロファイル (数字は幅・mm)			
製管機			
工法	SE 工法		NX 工法
製管方式	牽引式	自走式	自走式
使用プロファイル (数字は幅・mm)			
製管機			

形きよ・馬蹄形きよの場合、嵌合ローラーを複数個組み込んでいる。

SE 工法と NX 工法では、製管機の他に、剛直なプロファイルに地上であらかじめリング状に巻き癖をつける装置 (巻き癖装置) も使用する (写真一 3)。

5. 施工事例

各工法の製管方式ごとの施工事例を紹介する。

(1) 本工法 (元押し式)

施工場所：東京都内

施工内容：既設管径 ϕ 800 / 更生管径 ϕ 730

本現場の概要：

本現場は、元押し式製管方式の円形管更生である。

地上で元押し式製管機のリングを一部はずし、 ϕ 600 の開口部から搬入できるように分解したあと、マンホールから製管機を吊り下ろす (写真一 4)。製管機はマンホール内で人力で組み立て、マンホール内に設置する。製管機にプロファイルを送り込み、プロファイルを嵌合させながら製管し、管を回転させながら既設管内に押し込んでいく (写真一 5, 6)。元押し式製管方式は、既設管に 5 度の屈曲があっても製管できる。延長は最大 100 m まで可能である。

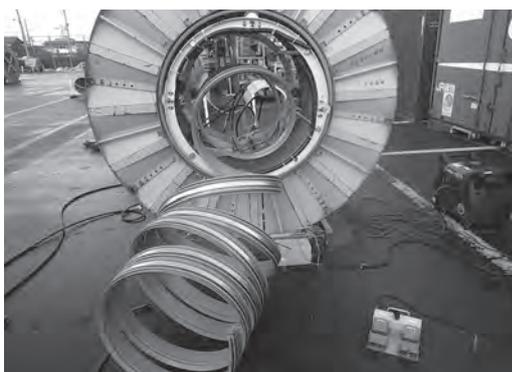
(2) 本工法 (自走式・矩形きよ)

施工場所：東京都内

施工内容：既設管幅 5.9 m \times 高さ 3.4 m / 更生管幅

5.6 m \times 高さ 3.3 m, 延長 184 m

本現場の概要：



写真一 3 巻き癖装置



写真一 4 製管機の吊り下ろし状況



写真一五 マンホール内での製管機状況



写真一八 製管の吊り下ろし状況



写真一六 製管状況



写真一九 製管機の組立状況



写真一七 製管機の部品



写真一〇 製管完了

本現場は、自走式製管方式の矩形きょ更生である。既設管幅が5mを超える大断面のため、製管、支保工、裏込め注入など、すべての工程で足場が必要で、かつ資機材の搬入、製管機の組立・解体、足場の設置・撤去などに相当の時間を要する現場であった。写真一七が製管機の部品を車両に積み込んでいる状況である。製管機は、 $\phi 600$ の開口部から搬入できる状態に分解し、マンホールから搬入する(写真一八)。その後、既設管内で人力で組み立てる(写真一九)。製管が完了した状態が写真一〇である。自走式製管方式は、曲率半径5Dまでの曲がり部(D=既設管内径)があっても製管でき、延長は最大500mまで可能である。

(3) SE工法(自走式)

施工場所：茨城県内

施工内容：既設管径 $\phi 1500$ ／更生管径 $\phi 1360$ 、
延長116m

本現場の特長：

本現場は、既設管が腐食劣化しており、既設管の耐力が期待できないため、自立強度のあるSE工法が採用された。1スパンの管きょ延長が116mと長く、水深も30%程度あり、流量の多い現場であった。SE工法はプロファイルを地上でリング状に巻き癖をつけ(写真一〇)、マンホールから製管機に材料を送り込み製管を行った(写真一二)。



写真-11 プロファイルの巻き癖付与



写真-13 プロファイルの送り込み状況



写真-12 製管状況



写真-14 製管状況

(4) 事例4 NX 工法 (自走式)

施工場所：大阪府内

施工内容：既設管径φ1000～1100／φ910～1000，
延長 440 m

本現場の特長：

本現場は、耐震性向上を目的としてNX工法が採用された。NX工法は、これまでの本工法よりも製管機が小型化され、製管径を大きくできることから更生後の流下能力の向上も期待できる工法である（写真-13, 14）。

6. おわりに

下水道は私たちの生活に欠かせない重要な都市施設である。一方、古くから下水道を整備していた都市では老朽化した下水道管きょが急速に増加しており、改築などの対応が急務となっている。

SPR工法は、下水供用下における管きょ更生工法のパイオニアとして、これまでの適用口径の拡大、曲線部や様々な断面形状への対応など、技術と経験に基づく改良・改善に努めてきた。今後は、管きょ更生工

事の需要の増加とともに困難な施工現場も増えることが想定される。

日本SPR工法協会としては、施工現場の安全性の確保はもとより、本工法の更なる適用範囲の拡大、作業環境の改善、施工の効率化などに取り組み、管路更生事業を通して社会に貢献する所存である。

J C M A

《参考文献》

- 1) 国土交通省「下水道の維持管理」
(https://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewerage/crd_sewerage_tk_000135.html)
- 2) No-Dig Today, No.98, 一般社団法人 日本非開削技術協会, P.1, 2017.1
- 3) JAGREE 77, 「日本管路更生工法品質確保協会の業務について」, 一般社団法人 農業土木事業協会, P.33

【筆者紹介】

久保 善央 (くぼ よしてる)
日本SPR工法協会
技術部 部長

