特集≫≫　維持管理・延命化，リニューアル

中大口径管きょ更生工法

パルテム・フローリング工法

田　中　翔　吾

地下に埋設された既設管きょは，老朽化が進行している。標準的な耐用年数50年を超える管きょは，約10,000 kmに及ぶといわれ，今後も増加することが予測されている。近年では，下水道管きょの老朽化に起因する道路陥没が年間に約4,000件発生するなど，問題が顕在化しており，早急な対策が必要とされている。特に都市部において，開削による敷設替え工法の適用は，交通事情等の制約により困難となってきている。本報告では，老朽化した管きょを非開削で更生する技術であるパルテム・フローリング工法（以下「本工法」という）について，工法概要と施工事例を交えて紹介する。

キーワード：リニューアル，更生工法，中大口径，製管工法，拡幅部施工

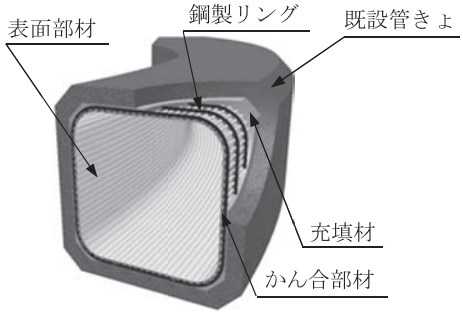
1. はじめに

ライフラインの整備が進む一方で，地下に埋設された既設管きょには経年劣化，硫化水素等の影響による腐食，地盤沈下や地震等による破損，強度低下，漏水が見られるなど，機能が低下しているものが存在する。特に中大口径管きょにおいては，道路陥没の要因になるなど社会環境に及ぼす影響が大きいため，早急な対策が必要とされている。しかしながら，都市部での開削による敷設替え工法は，近年の交通事情や地下埋設物の増加により，適用することが困難となってきている。また，大規模な設備を使用する工法では，立坑の位置や周辺環境の状況によって適用できない場合があったり，緊急の増水時に設備の撤去や作業員の待避に時間を要したりする。

このような状況を踏まえ，非開削での施工が可能であり，特別な施工設備を必要としない中大口径管きょの本工法を開発した。その際，施工時の社会生活に与える影響を極力小さくするため，騒音，粉塵，悪臭などが発生しないよう特に留意した。また，管きょの断面形状やマンホール形状に依らず対応できることはもとより，曲線部の施工，強度補強，表面被覆，部分修理など施工ニーズに合わせた対応ができる自由度の高い工法として，下水道管きょ，農業用導水路トンネル，シールド二次覆工等の様々な分野で着実に施工実績を伸ばしている。

2. 工法の概要

本工法は，既設管きょ内で組立てた鋼製リングに，高密度ポリエチレン製のかん合部材と表面部材を管軸方向に組付け，既設管きょと表面部材との間に充填材を充填することにより，既設管きょを更生する工法である。更生管は，既設管きょと更生材が一体になった複合管となる。更生管の構造図を**図―1**に，工法の特徴を①～⑥に示す。



図―1　更生管の構造図

①鋼製リングを使用することで，薄肉・高強度の更生管が構築でき，鋼材量の調整と高強度充填材により部分的な強度増加も可能である。

②仕上り面の粗度係数が n = 0.010 となることで，既設管きょと同等の流下能力を確保することも可能である。

③ポリエチレン製部材を管軸方向に組付けるため，大口径や矩形・馬蹄形等の異形断面に適用が可能で，急曲線や屈曲部の施工が容易であり，勾配調整への

対応も可能である。

④高密度のポリエチレン製表面部材を使用することで，耐薬品性・耐久性が大幅に向上し，端材を燃やしてもダイオキシンや環境ホルモンの発生源となる有害物質が発生することがなく，地球環境に悪影響を与えない。

⑤特殊な施工設備を使用することなく，汎用の工具で鋼製リングとポリエチレン製部材を組立てることが可能である。

⑥鋼製リングは，充填材打設時の支保の役割も担い，施工時の内空が広く取れるため作業環境と安全性を確保できる。また，管きょ内に水替え用ホースの設置も可能であり，通水施工も可能である。

3. 工法の適用範囲

本工法の標準適用範囲を**表―1**に示す。

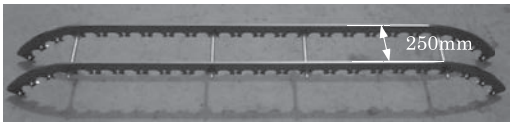
表―1　標準適用範囲

項　　目	標準適用範囲
管　　種	鉄筋コンクリート管きょ等
管きょの口径	・円形：800 ～ 3000 mm （最大実績 5500 mm） ・非円形：短辺　800 mm 以上 長辺　5000 mm 以下
施工延長	100 m（最長実績 750 m）
管きょの断面形状	円形，馬蹄形，矩形，卵形など
施工時の流水条件	・管きょ高さ 1500 mm 未満 水深 300 mm 以下（管内水替え） ・管きょ高さ 1500 mm 以上 水深 600 mm 以下および流速 0.12 m/sec 以下（半川締切）
管きょ継ぎ手の段差 （管径等により異なる）	・円形管段差：12 mm ～ 125 mm ・非円形管段差：10 mm ～ 128 mm
管きょ継ぎ手の開き	200 mm 以下
内法曲率半径	3.6 m 以上
屈曲角度	12 度以下
勾配調整	調整高さ 20 mm 以下

4. 使用材料

(1) 鋼製リング

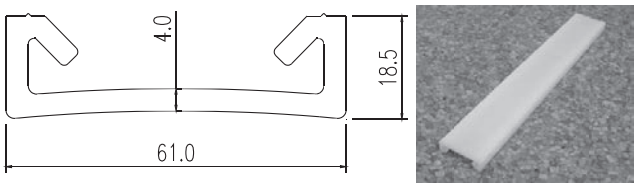
鋼製リングは，既設管きょの断面形状に応じて，かん合部材が組付けできるように所定の間隔で複数の溝が予め工場にて切断加工されている。鋼製リングは，人孔や立坑等から搬入できる大きさに分割されており，管軸方向に一定の間隔（標準 250 mm）でボルトとナットを使用して連結する。鋼製リング（矩形）を連結した状態を**写真―1**に示す。



写真―1　連結した矩形鋼製リング（矩形）

(2) 表面部材

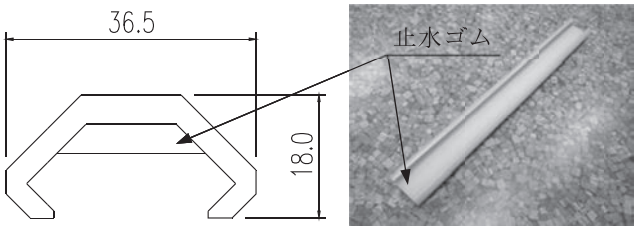
表面部材は，**図―2**に示す断面形状の高密度ポリエチレン製部材であり，管軸方向に配列する。両端は，かん合部材とのかん合および充填材との結合を確実にするため，フック状の構造となっている。



図―2　表面部材

(3) かん合部材

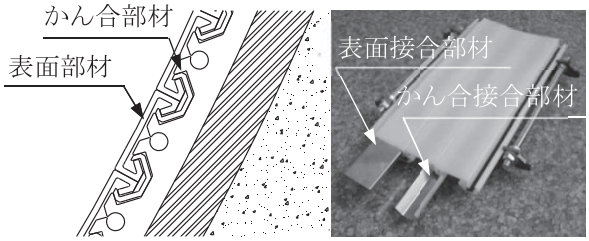
かん合部材は，**図―3**に示す断面形状の高密度ポリエチレン製部材であり，表面部材のフックによって確実にかん合される。かん合部材には，止水ゴムが取付けられている。



図―3　かん合部材

(4) 接合部材

表面部材とかん合部材の組立図を**図―4**に示す。表面部材とかん合部材は，口径や断面形状にかかわらず標準長さが5 mであり，管軸方向へ接合するためにステンレス製の表面接合部材とかん合接合部材を使用する。



図―4　接合部材組立状況

(5) 充填材

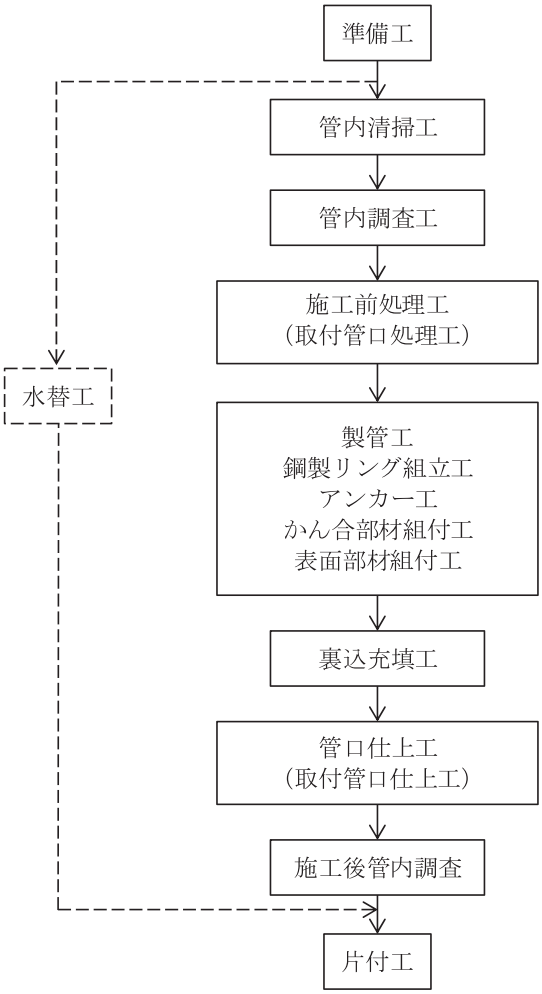
充填材は，高炉セメントＢ種を主成分とし，石灰石砕砂，混和剤，水を配合した高流動モルタルであり，高強度が期待できる。専用工場で製造され，ミキサー車で配送される充填材は，充分な品質管理が行われている。その特徴は，流動性に優れ，複雑な形状の隅々まで充填できる特性があり，水中分離抵抗性，無収縮，ノンブリージング性に優れている。**表―２**に充填材の特性を示す。

表―２　充填材の特性

項　　目	特　性　値
圧縮強度（28 日）	１号：24 N/mm^2 以上 ２号：40 N/mm^2 以上
フロー値（ϕ 5 × 10 cm）	300 ± 30 mm

5. 施工工程

標準施工工程を**図―５**に示す。



図―５　標準施工工程

(1) 準備工

準備工は，工事に必要な占有場所を確保し，管きょ内の換気ならびに照明設備を設置する。施工時は，水深が規定値（60 cm 以下）であれば水替工なしで製管工が可能であるが，作業性を確保するために水替工を実施する場合もある。水深が規定値以下であっても流速が早い場合は，水替工を実施する。水替工は，上流側に堰を設けて潜水ポンプを設置し，路上または管きょ内に排水ホースを設置して送水する。

(2) 管内清掃工

管内清掃工は，高圧洗浄車の高圧水により管壁や管きょ内に堆積している土砂などを洗い流し，管内調査工ができる程度に清掃する。

(3) 管内調査工

管内調査工は，管きょ内状況を調査し，鋼製リングの形状と寸法を決めるため，所定間隔で管きょ内寸法を測定する。管きょの損傷部や変形部は，入念に寸法を測定する。

(4) 施工前処理工

施工前処理工は，製管工の支障となるような突起物，取付管の突出し，堆積したモルタル，腐食劣化部分等を除去する。ジョイント等に漏水が有る場合は，止水処理を行う。取付管等の分岐管がある場合は，事前に仮配管を接続する。

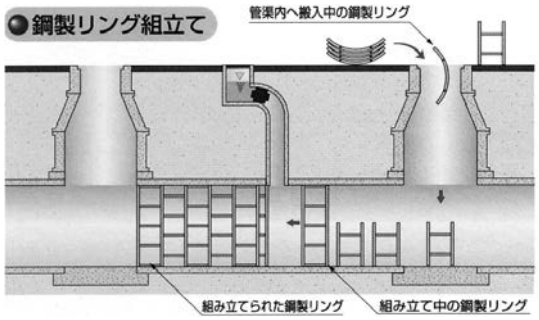
(5) 製管工

(a) 鋼製リング組立工

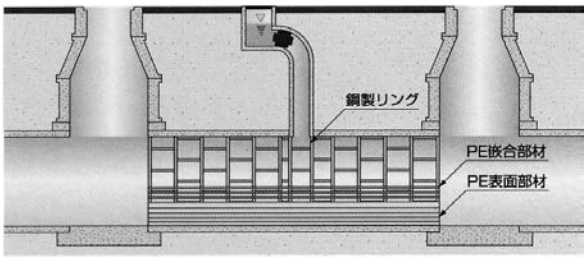
鋼製リング組立工は，鋼製リングをマンホールから管きょ内に運搬し，ボルト・ナットで連結することにより鋼製リングを組立てる。取付管等が接合されている場合は，鋼製リングの位置間隔を調整して鋼製リングと取付管等が干渉しないようにする。鋼製リングの組立後，各鋼製リングに位置調整金具又はアンカーを取付け固定する。更生管の勾配を調整する場合は，位置調整金具を使用して鋼製リングに高低差を付けることにより対応が可能である。**図―６**に鋼製リングの組立工を示す。

(b) かん合部材および表面部材組付工

かん合部材および表面部材組付工は，かん合部材をマンホールから搬入し，鋼製リングに組付ける。その後，表面部材を搬入し，かん合部材と組付ける。取付管等が接合されている場合は，仮配管を塞がないように鋼製リングとかん合部材および表面部材を組付け



図―６　鋼製リング組立工



図―７　かん合部材および表面部材組付工

る。仮配管と表面部材の隙間には，間詰め材を詰めることにより，充填材の流出を防止する。**図―７**にかん合部材と表面部材の組付工を示す。

(6) 裏込充填工

(a) 端部処理

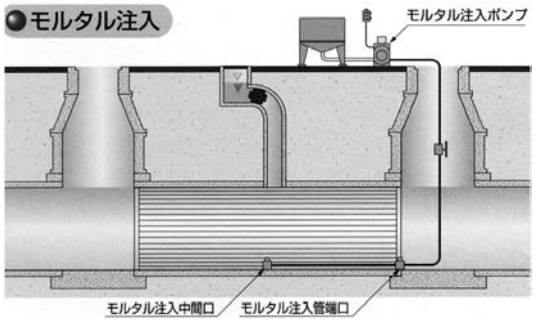
端部処理は，かん合部材および表面部材の端部を切り揃え，既設管きょと表面部材の隙間に間詰め材を詰めることにより，充填材の流出を防止する。

(b) 充填口設置

充填口は，表面部材に直接穴を開けてネジ加工により取付け，下流側から５m～10 mの間隔で設置する。

(c) 裏込充填

裏込充填は，充填ポンプを使用して充填材を数日に分けて打設する。充填最終日は，上流側に設置したエアー抜きパイプにより充填完了の確認を行う。**図―８**に裏込充填工を示す。



図―８　裏込充填工

(7) 管口仕上工

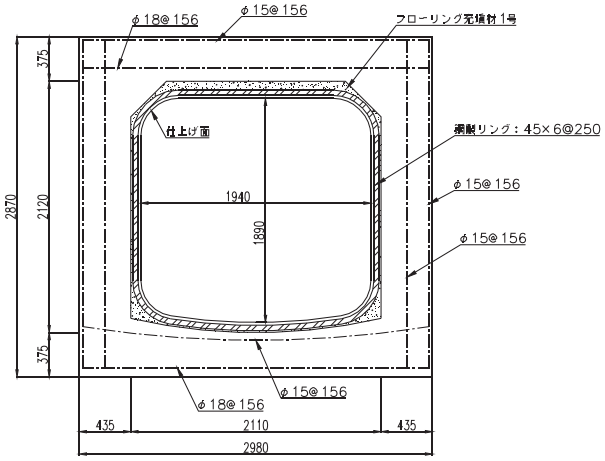
管口仕上工は，管口仕上げ材を使用して本管口に仕上げを施す。取付管口は，仮配管の切断または撤去を行った後，同様の仕上げを施す。

(8) 施工後管内調査工

施工後管内調査工は，施工後の状況を調査し，更生管の仕上がり寸法を測定する。

6. 施工例

本工法の特徴を生かした施工例として，拡幅部の施工を紹介する。本工事の既設管きょ断面形状は，**図―９**に示す矩形管きょであり，上流部では管きょの片幅



図―９　更生断面計画図

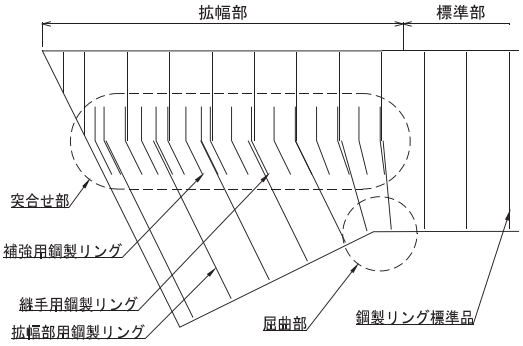
表―３　工事概要

項　　目	内　　容
用　　途	下水道管きょ
施工期間	平成 26 年 12 月～平成 27 年 3 月
既設管きょ断面形状	矩形管きょ
既設管きょ寸法	幅 W ＝ 2110 mm，高さ H ＝ 2120 mm
更生管仕上り寸法	幅 W ＝ 1940 mm，高さ H ＝ 1890 mm
施工延長	117.9 m

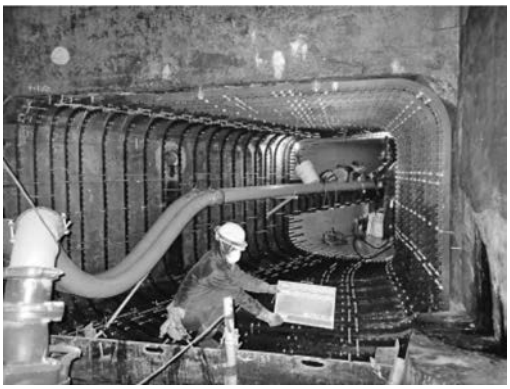
写真―２　既設管きょ拡幅部

が拡大していく拡幅部が存在した。そこで，拡幅部の寸法を測定して，拡幅部形状に合わせた鋼製リングを設計することにより，既設管きょ標準部と拡幅部で連続した更生管を形成した。工事概要を**表―3**に，既設管きょの拡幅部を**写真―2**に示す。

拡幅部は，**図―10**に示すように屈曲部で鋼製リング内周側の接続ピッチを狭くすることにより，鋼製リングに角度を付けて配列し，標準部から平行に配列される鋼製リングと突合せる形で鋼製リングを組立てる。突合せ部は，継手用鋼製リングを抱き合わせることにより補強し，更に鋼製リングの配列ピッチ中点に補強用鋼製リングを配列して補強する。施工状況を**写真―3**に，施工後の管きょ内面状況を**写真―4**に示す。



図―10　拡幅部の概要図（平面図）



写真―3　施工状況

写真―4　施工後の管きょ内面状況

7. 施工実績

平成27年3月末現在の施工実績は，円形管きょ，矩形きょおよび馬蹄きょを合わせて51,923 mである。断面形状や管きょ線形の内訳を見ると円形に比べて非円形（矩形・馬蹄形）の割合が高いことや，屈曲部が含まれた管きょや門形と様々となっており，本工法の特徴が大きく実績に反映されているものと考えている。

8. おわりに

本工法パルテム・フローリング工法は，既設管きょの断面形状に応じた設計が可能であり，円形管きょはもとより矩形きょ，馬蹄きょ等のあらゆる管きょに対応でき，また，曲線・門形施工も可能である。本工法パルテム・フローリング工法は，その特徴を生かし，下水道管きょにとらわれず農業用導水路トンネル，シールド二次覆工，工業用水路他電力導水路トンネルへと用途展開を図っている。今後も工法の優位性を生かした提案を行い，ライフラインの維持管理に活用していただけるよう工夫改良していきたいと考えている。

謝　辞

本工事の施工にあたり，発注者様をはじめとする関係各位の皆様のご協力，ご指導をいただいたおかげで，無事に工事を終えることができましたことを感謝するとともに，厚く御礼を申し上げます。

JCMA

［筆者紹介］
田中　翔吾（たなか　しょうご）
芦森工業㈱
機能製品事業本部　パルテム・防災総括部　パルテム・防災技術開発部
主任