

論文の内容の要旨

論文題目 自由断面下水道管渠更生工法の開発とその実用化に関する研究

氏 名 大 迫 健 一

全国の下水道普及率は、平成11年度末で60%に達しているが、古くから整備に着手した政令指定都市は平均普及率が約97%に達し、普及・建設から機能向上・維持管理へと移行している。東京都においても、平成6年度末に100%普及をほぼ達成する中で、従来、対症療法的に対応してきた下水道管渠の構造耐力的劣化や能力不足による機能的劣化等への老朽化対策である再構築事業を本格化させている。

下水道管渠の更新、再構築に当っては、従来は開削工法によっていたが、輻輳する地下埋設物や道路交通、周辺環境への影響或いは建設コストを低減させるため、非開削による更生工法が数多く開発され実用化されている。しかし、現状の更生工法の多くは円形の小口径管渠を対象にしたもので、幹線管渠に多く見られる矩形渠、馬蹄渠などを下水を流しながら更生できる工法は皆無であった。また、在来の更生工法における管渠の設計は、既設管または更生管のいずれかで外力に対抗するとした考え方に基づいたもので、両者の協働作用を考慮していないため、経済面でも満足できるものではなかった。

このような背景から著者は、従来より実績のあるSPR工法を発展させ、大口径の異形

断面に適用可能な「自由断面 SPR 工法」の開発と実用化、および設計法の確立を行った。

SPR (Sewage Pipe Renewal) 工法は、粗度係数の小さい硬質塩化ビニル製の更生管を既設管内で製管し、既設管とのクリアランスに特殊モルタルを注入して複合管を構築する工法である。既設管と同等の流下能力を確保できる他に、水替え工が不要、縦断勾配の補正が可能、耐久性、耐摩耗性、および耐薬品性に優れているといった特長を有する。本工法は、1986年より現在まで、総延長 170km の施工実績を有している。当初は 1,200mm 以下の小・中口径の円形管に限定して適用されてきたが、その後、順次、大口径円形管渠にも適用できるようになった。これらの工法は、人孔内に製管機を設置し、塩化ビニル製の帯(プロファイル)を嵌合せながら螺旋状に製管して既設管内に送り込む方式(元押し式製管方式)を採用していたが、1996 年に至って製管機が既設管内を自走しながら更生管を製管する「自走式製管工法」が新たに開発され、施工延長を大幅に伸ばすことや、カーブ施工にも対応が可能となった。円形管渠の更生工法による更新、再構築の実績が蓄積される中で、更生が必要な管渠の断面形状として、円形のみならず馬蹄形、卵形、矩形など様々な形状の断面に対応できる更生工法の開発が強く求められるようになった。「自由断面 SPR 工法」は、このような任意の形状の老朽下水道管渠を供用しながら更生することを可能にした自走式製管工法である。

本研究では、室内実験、フィールド実験および解析を通して、以下の成果を得た。

- ① 自由断面 SPR 工法の開発
- ② SPR 複合管耐荷力の評価方法の確立
- ③ SPR 複合管の設計法の提案
- ④ 実施工による工法の有用性の検証

以下に、各項目毎に研究の成果の概要を示す。

(1) 自由断面 SPR 工法の開発

開発した内容は、製管機、油圧装置、プロファイル用中出しドラム、支保工設備、モルタル注入装置などの施工装置と、更生材料である補強型プロファイルおよび注入用のモルタルである。

自由断面自走式製管機は、円形管を対象とした既存の自走式製管装置に改善を加え、製管装置自身が更生断面形状に合わせた形状規制フレームの上を自走することにより任意の断面形状に合わせた更生が可能となるように開発した。

油圧装置は、管内での移動や既設人孔からの搬入・搬出が容易に行える大きさである

(3) SPR 複合管の設計法の提案

更生材料の各種基礎実験結果から、更生材料が恒久構造部材とみなすことの妥当性を示した。また、本更生工法による防食効果を考慮した場合、既設老朽管についても、その老朽度や損傷度を的確に設計に反映させることを前提に、恒久構造部材として採用してもよいことを示し、SPR 更生管の設計においては、既設管と更生管の両部材が複合管として外力に抵抗するという考え方を提案した。

耐荷力の評価については、既設管の部材が許容応力度を下まわる場合が多いことを考慮し、限界状態設計法の考え方を取り入れた終局耐荷力で評価すべきことを提案した。その場合の安全率としては、現行の部分安全係数設計法での照査内容との整合を図り、材料係数、部材係数、構造解析係数、荷重係数、構造物係数などを考慮してひび割れに対して 1.0、破壊に対して 2.5 を採用することを提案した。

耐荷力の評価は、既述した非線形ひび割れ弾塑性解析によるものとし、実際の設計における設計作業の流れ、事前調査の方法、設計荷重の載荷法、解析モデルなどを提案した。

(4) 実施工による工法の有用性の検証

本研究によって開発された自由断面 SPR 工法の最初の適用例を示した。当現場は頂版コンクリートや鉄筋が著しく損傷を受けた蓋掛け矩形渠の幹線下水道管渠である。本研究で提案した手法を用いて事前調査・設計を行い、施工に際しては、モルタルの充填状況・強度、流下能力、施工性、騒音・振動などの調査、確認を行った。その結果、完成した更生管渠は設計仕様を満足するものであるとともに、在来の開削工法で行う場合に比べて、施工性、経済性、対環境面において優れた工法であることを明らかにした。