

## 排水管の更生

### (1) 排水管の劣化

マンションの住棟内の排水縦管のうち汚水排水管に関しては、鋳鉄管を使用し管径が大きく、管の肉厚も大きいため半永久的といえる。

一方、雑排水管の場合は、肉厚が薄く、劣化した雑排水管の漏水事故が生ずるケースがある。

一般に雑排水管に使用される材料は、鋳鉄管（CIP：JIS G5526）、配管用炭素鋼管（SGP：JISG3452）、タールエポキシ塗装鋼管（WSP 032）、排水用硬質塩化ビニルライニング鋼管（DVLP：WSP 042）、硬質塩化ビニル管（VP：JIS K6741）等である。

このうちタールエポキシ塗装鋼管と水用硬質塩化ビニルライニング鋼管は、耐久性を考慮して開発されたもので、1980年代半ば頃以降のマンションから採用が始まっている。

CIP管とSGP管による雑排水管の場合は、一般に継手部分から腐食が進み、管内洗浄などの適切なメンテナンスが行われないうまま、築後20年程度以上経過したものは、閉塞状態になったり、穴があいたりして漏水、逆流、破損などが起こるおそれがある。一方、硬質塩化ビニル管は劣化によりもろくなり破損が生ずることがある。

なお雑排水管のうち、台所排水系と浴室・洗面・洗濯排水系の2本がそれぞれ独立している場合は、台所排水系の方が浴室・洗面・洗濯排水系に比べて腐食が早く進む傾向が見られる。これは食品の残滓など多様な排出物の影響によるものとされている。

### (2) 劣化した雑排水管のリニューアル

雑排水管の撤去・取替工事（更新工事）は、工期が長くなり、その間は排水できないので、居住しながらの工事は生活上の不便が著しい。また、排水管と床スラブとの隙間にモルタル等が充填されているので、撤去に際して騒音が大きく、廃棄物が発生する。既存の排水管を撤去しないでそのままとし、その近傍に新たに排水管を付置する方法も行われるが、床の貫通孔の穿孔など騒音と塵埃の発生を伴う。一般にはそのスペースを確保することそのものが困難な場合が多く、可能なときでも狭隘な空間で作業効率が悪く工事費が高額となる。

これらの事情から、雑排水管の劣化に対しては、樹脂ライニングを行うことで延命を図る例が多い。樹脂ライニング工法には、空気圧を利用してライニングする方法がいくつか開発されているが、以下に紹介する反転ライニング工法は最も施工信頼度が高く再生効果も大きいものである。

年2月現在で、800戸の工事实績）。

### (3) 反転ライニング工法の概要

雑排水管の更生を目的として開発され、1998年頃から実施が始まったものに小口径管反転ライニング工法（以下「反転ライニング工法」という）がある（2003年9月現在で、約1,800戸の工事実績）

1970年代より、大口径の下水管やガス管などの更生に応用されていた反転工法を、小口径管（40Aから可能）、異径管、曲管（エルボ、チーズ部など）へ適用できるように応用開発したものである。

反転ライニング工法の主な特徴は、以下の通りである。

①施工機械がコンパクトなので、極めて狭小な空間にも搬入でき、マンションの台所や洗面脱衣室などからの施工が可能。

②1DAY施工。排水制限をする工程を午前9時から午後6時までに終了させるために、夏季型、冬季型、中間季型の3種の樹脂を用意し、樹脂の硬化時間を制御する。

③ガラス繊維混入の丸網チューブ素材が更生管の芯材となり、一種のFRP管が形成される。丸網チューブ素材は、長さ方向の伸縮を抑え、円周方向の伸縮性に優れた紡織方法が開発された。

④丸網チューブ+ラミネートチューブ（内）+ラミネートチューブ（外）の三層構造で挿入されることから施工安定性に優れる。これらは予め工場ですべて三層にプレセットされ、扁平な形状で出荷される。

⑤一定の伸性を有し、破損や傷が生じにくく、摩擦が少なく、樹脂硬化後に剥離抵抗の少ないラミネートチューブ素材が施工信頼性を高めた。

⑥樹脂の硬化開始時のコントロールのため環境温度に応じた温度設定、施工機械（反転機）への巻取り方法と管内への送り出し方法、枝管との接続方法、最下端横引管との接続方法などのノウハウが蓄積されている。

反転ライニング工法によれば、劣化の進んだ排水管の内側に密着して、ガラス繊維網（丸網チューブ）とエポキシ樹脂による管体が形成される。腐食によって既設管に孔が開いている部分があっても、まんべんなく新管で覆われる。

既設管は、新管を一定径に線状に形成するための型枠の役割を果たすと同時に完成後は二重構造となるため曲げ強度も高まる。

更生工事を実施した後は、エポキシ樹脂塗料と芯材が一体となった継目の無いFRP管が既存管の内部に新たに形成され、更生によって耐用年数が飛躍的に高まる。

管内は滑らかで、排出物が付着しにくいため詰まりが少なく、清掃もしやすくなるのも利点といえる。丸網チューブの伸縮性が高いことから管の太さが変わる部分にも対応できる点も評価できる。

### (4) 反転ライニング工法の施工

反転ライニング工法は、小さな工事機材で施工でき、騒音、塵埃、廃棄物の発生が少なく、9時間で完結する「居ながら施工」が可能である点で、マンションの更生に適している。

挿入は空気圧で送り込む方式であるから下向き、上向きいずれも可能であり、事例に応じて作業しやすい方法で行われるが、一般に排水管最下部は一階床下であるから、作業性の点から上部から下向きに挿入することが多い。

伸頂通気管が屋上に伸びている場合は、屋上から挿入するが、伸頂通気管が汚水排水管の通気を兼ねている場合は、屋上から挿入できないので、最上階分岐管接続部の上部を切開して挿入する。

一度の連続挿入の限度は、排水縦管長さが20m程度（7階建て相当）までであり、これを超える場合は、2度以上に分けて施工する。

反転ライニング工法は、マンションでの居ながら施工を前提条件にしており、準備工事と片付け工事を含めて、居住者に対しては、午前9時から午後6時を施工時間として、この間の排水制限をする（排水制限の書面は、各戸のすべての水栓直下（シンク、洗面ボウルなど）にも置かれる。手洗いは生活習慣であり、経験上その場で意識させない限り、完全には制止できないという。

更生新管の挿入を午前中に完了させ、正午から養生に入るようにして、作業員の昼食・休憩時間が確保できるように標準作業を定めている。図-1は、1日あたりの標準施工工程である。

以下に図-1に示した各作業の内容を詳述する。

①準備：機器の配置。排水縦管の三層チューブ挿入部の切開など。

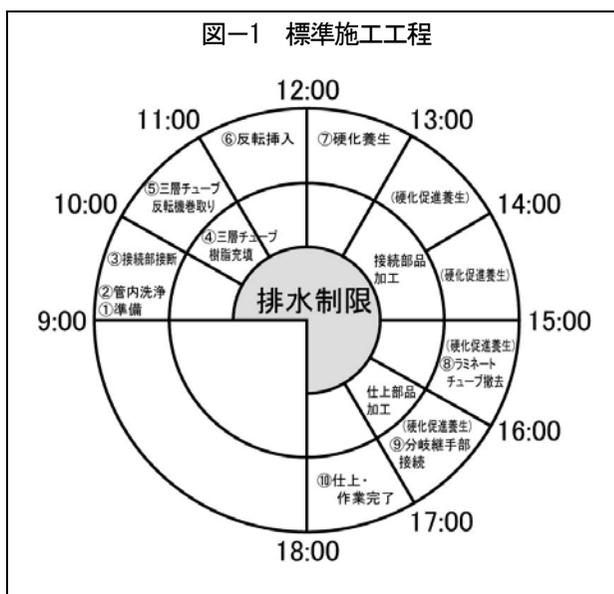
②管内洗浄：高圧水噴射回転洗浄器を切開部から管内に挿入し、内部の付着物や錆を除去し、排水管の内部を温風器で乾燥させる。

③床下枝管と縦管の接続部の切断：ライニング管は全長にわたって一度に形成され接続部の後処理が必要となるので各階の床下枝管と縦管の接続部をあらかじめ切断しておく。

④三層チューブの樹脂充填：外廊下、屋上又は敷地内通路などで、三層チューブ（ラミネートチューブ二層の内側にガラス繊維の丸網チューブを入れたもの。工場製品）の中にエポキシ樹脂を入れ、丸網チューブに含浸させて低温養生する。（写真-1 樹脂含浸）

⑤三層チューブの反転機への巻取り：低温養生した三層チューブを反転機のドラムに巻き取る。

⑥反転挿入：三層チューブを空気圧で反転させながら（樹脂が含浸した丸網チューブが最外側）、管内に送りこみ、圧送側から順次既存管に圧着させる。



全長にわたって挿入完了したら最下部に栓をする（写真-2 反転挿入）。

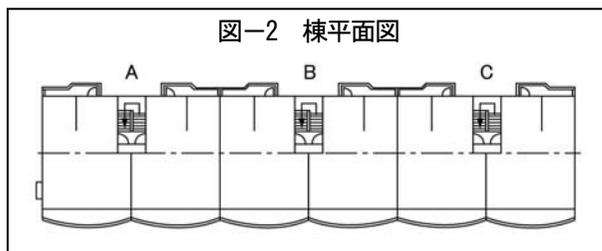
- ⑦硬化養生：加温・加圧状態で硬化養生する（4時間程度）。樹脂硬化反応段が進んだ適切な時期に、分岐継手部をガラスフレーク入りエポキシ樹脂で、ハンドメイド形成する。
- ⑧ラミネートチューブ撤去：硬化確認後、管内のラミネートチューブを抜き取る。
- ⑨分岐継手部接続：分岐継手部の穿孔加工をし、先に分断した枝管と接続する。一方、管の最下部と排水横管を連結する。
- ⑩仕上げ・作業完了：床仕上材、壁仕上げ材等を復旧。通水検査。終了。

反転ライニング工法の主要資材は、三層チューブ（ガラス繊維丸網チューブ+ラミネートチューブ2層）、エポキシ樹脂（夏用、冬用、中間期用）である。主要機材は、高压洗浄機、反転機、コンプレッサー、発電機、切削電動工具、温風器である。

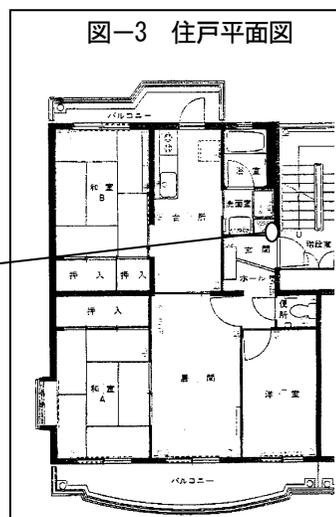
### (5) 反転ライニング工法の施工例

反転ライニング工法の施工例を紹介する。

建物は、壁式プレキャストコンクリート造5階建て（階段室型）3階段の30戸1棟（図-2 棟平面図、図-3 住戸平面図参照）。



更生する排水縦管の位置



階高は各階とも2.7mであり、三層チューブの長さは、余長を含め15mとした。

一階段部分の10戸を一日分のユニットとして排水縦管2本、一週間で6本の排水縦管更生を行った（表-1 工事のユニット構成）。

表-1 工事ユニット構成

月	A 階段	101~105、201~205 各戸排水管更生工事（一部内装復旧工事）
火	同上	同上内装復旧工事
水	B 階段	301~305、401~405 各戸排水管更生工事（一部内装復旧工事）
木	同上	同上内装復旧工事
金	C 階段	501~505、601~605 各戸排水管更生工事（一部内装復旧工事）
土	同上	同上内装復旧工事

## (6) 反転ライニング工法の施工管理ポイント

数パーセントの確率で、三層チューブを既存排水管内へ反転挿入することが出来なくなることもある。ラミネートチューブに微小な孔が開き、空気もまれて推進しなくなることが原因である。このような事態は、反転機の送りハンドルを操作している人の手ごたえで感知できる。この場合は、すぐに空気弁を開き、反転機内の圧力を開放した上で、挿入中の三層チューブを引き出し、要所を溶剤で清掃する。一方、急遽改めて、新規の三層チューブの樹脂含浸作業を完了し、再度速やかに挿入する。

三層チューブの樹脂含浸作業は、地上、外廊下、屋上などできるだけ挿入現場に近い平坦な場所に三層チューブの全長以上にわたって敷伸べたゴムシート上で行う。

一端から注入した樹脂を、ローラーでしごいて順次含浸させる。この際、ラミネートチューブを傷つけないように慎重に行う必要がある。一面が終わるとひっくり返して他面をしごき全周にわたりまんべんなく含浸させる。

樹脂含浸が終わると1 m程度に多層に折りたたみ、冷水につけて冷却する(エポキシ樹脂の反応を停止させるため)。冷却済の三層チューブは、毛布など保温材にくるみ挿入場所に速やかに運び、手際よく反転機に巻き取る。

反転機による三層チューブの反転挿入作業にあたっては、所定の空気圧(0.07Mp/mm<sup>2</sup>)を保持し、一定のスピードになるようドラムのハンドルを制御しながら行う。ここがこの工法の要であり、もっぱらこの工法の経験が豊富な者が行うべきところである。

挿入中、反転機のハンドルを操作する者は経験を重ねることによって、巻取りドラムにかかる負荷の具合とドラムの巻き量の減少具合で挿入状況が手に取るようにわかるという。

最下端(1階床下)に待機した者とはトランシーバーで綿密に情報交換する。終端部の排水管は床下数10 cmの部分からサクションホースを付け、排水管の切断面から先端が覗くと、最下端から「あと10 cmなど」の微調整の合図をする。

先端はサクションホース内の予定位置近傍で止める。直ちにサクションホースの下端にゴムボールエア栓を挿入し空気圧で密閉する(写真-3 縦管最下端部の作業参照)。

写真-3 縦管最下端部の作業



反転機、ラミネートチューブ内の空気圧を一定に保ったまま（既存排水管に内接してエポキシ樹脂管を形成するためには不可欠）約4時間の養生に入る。

やがてエポキシ樹脂の硬化反応が始まる。各階の床部分のコンクリートがヒートブリッジ（熱橋）になり、硬化熱を奪うので、この部分に個別に温風を送って均一な反応促進を図るなどの措置を講ずる。

反転ライニング工法は、耐久性の高い排水用タールエポキシ塗装鋼管、排水用硬質塩化ビニルライニング鋼管、排水用塩化ビニルコーティング鋼管等が適用されるようになる前に作られた CIP 管又は SGP 管の雑排水管の更生の有力な工法と考えられる。

反転ライニング工法は、汚水排水管（主として鋳鉄管が使用されている）についてももちろん雑排水管と全く同様に適用できる。

この多くのノウハウ含む工法が、実績を重ねて順調に伸張普及することが望まれる。