

## ■5 群(通信・放送) - 2 編(光アクセス線路・伝送技術)

# 8 章 アクセスインフラ技術

(執筆著: 杉野文秀) [2015年7月 受領]

### ■はじめに■

本章では通信用地下ケーブルを収容する通信土木設備について説明する。通信土木設備は社会生活や経済活動に欠くことのできない情報通信を安定的に支える設備として、また電気やガスなどのほかのライフラインと同様に恒久的な設備として、道路などの公共施設の地下空間を占有する許可を受けて建設される。このため、通信土木設備には、車両などの通行に対して数十年という長期の耐久性と道路等公共施設に適した仕様、構造が求められる。日常の設置環境条件に対応するとともに、風水害、地震などの自然災害及び道路工事等による人為的災害から通信ケーブルを防護することも通信土木設備の重要な役割である。通信土木設備は、通信ネットワーク構成の中で最も基礎的なレイヤーに位置しているため、通信需要の変動、音声系通信から IP 通信へのシフト、さらにメタリックケーブルから光ファイバケーブルへの通信媒体の移行などといった上位レイヤーの変化に影響を受けない普遍性が求められる。また、建設コストや建設工事が地域生活に与える影響等の観点からも、長期的視点で計画的に整備する必要がある。通信土木設備に求められる機能は以下のとおりである。

#### ① 安全で長期耐久性を有していること

占有している道路等の機能・安全性に支障を及ぼさない構造や強度を有していることはもちろん、通信ケーブルを防護し損傷を与えないことが求められる。通信ケーブル損傷による通信の途絶は社会活動や経済活動に多大な影響を及ぼす。そのため、自然災害や人為的災害を想定した通信ケーブル防護機能が必要となる。

#### ② 通信ケーブルの増設・保守作業が容易な設備であること

通信土木設備に収容する通信ケーブルは需要発生に応じて必要分を増設するため、この通信ケーブル敷設作業や保守作業が容易に実施できる構造や作業空間を有している必要がある。

#### ③ 地域住民及び地球環境保護に配慮した設備であること

土木設備の建設時に問題となる路上工事による交通渋滞及び建設発生土・発生廃材を軽減することが大きな課題である。これらの問題に対しては、既設の公的設備利用による工事回避や複数企業者による共同(同時)施工を推進し、工事そのものを減らす取組みがある。また、道路を掘らない非開削工法など、環境負荷軽減に有効な工法の適用が必要となる。

ほかの課題として老朽化設備の適切な維持管理が挙げられる。通信土木設備は全国の至るところに膨大な量が存在しているが、ほかの社会資本と同様に 1970 年代の高度成長期に大量に建設されたため、多くの設備について老朽化が進行している。これら老朽化が進む設備を安全かつ効率的に保守できるような、点検や補修の技術が求められている。

### 【本章の構成】

本章では通信土木設備の構成の概略(8-1 節)、通信土木設備を構成するとう道(8-1-1 節)、管路(8-1-2 節)、マンホール・ハンドホール(8-1-3 節)について説明する。さらに、設備保全技術の概要(8-2 節)、とう道の点検・補修技術(8-2-1 節)、管路の点検・補修技術(8-2-2 節)、マンホール・ハンドホールの点検・補修技術(8-2-3 節)を説明する。

## ■5 群 - 2 編 - 8 章

### 8-1 通信土木設備の概要

(執筆著者：竹下勝弥) [2015年7月 受領]

図 8・1 に通信土木設備の概略を示す。通信土木設備は通信ケーブル専用のトンネルであるとう道、通信ケーブル専用の管路、通信ケーブル及び管路の分岐点や接続点の役割を果たすマンホール・ハンドホールより構成される。

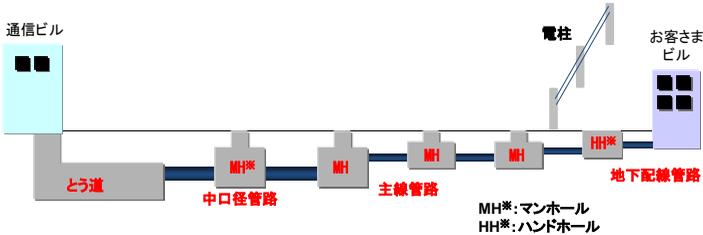


図 8・1 通信土木設備の概略

#### 8-1-1 とう道

とう道とは、作業者が内部に入って通信ケーブルの敷設・保守作業が可能な直径 2~5m の通信ケーブル専用トンネルである (図 8・2)。設備寿命、信頼性、作業性などに優れており、主に幹線ルートに適用される。とう道は施工主体によって事業者単独で建設する単独とう道、電力会社などの他企業と費用を分担して設置する併設とう道に分類される。さらに施工方法によって、図 8・3 に示す開削とう道、シールドとう道に分類される。

とう道には、複数本の通信ケーブルを収容する空間、通信ケーブルの敷設、接続及び保守修理作業ができる空間、ならびに信頼性を確保するための防火、防水及び監視システムなどの設備を設置するスペースが確保されている。内部に設置されている設備は、通信ケーブル収容用金物設備、照明、換気、排水設備及び監視システムなどである。また、通信ビルとの取付部や土質が変化しているところでは、フレキシブルなとう道伸縮継手を設けている。さらに、通信ビル近傍部には、万が一とう道内火災が発生した際には通信ビルへの延焼を防ぐための防護壁や低地などで冠水の予想される地域では防水壁等が設置されている。



図 8・2 とう道内の様子

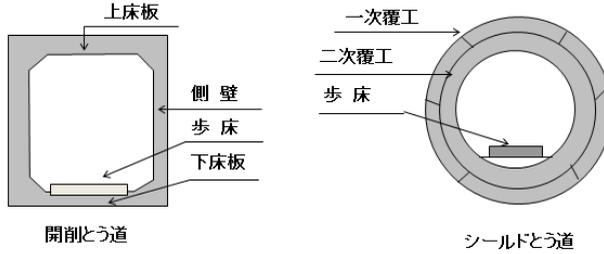


図 8・3 開削とう道，シールドとう道の概要

### 8-1-2 管路

管路は径によって中口径管路方式と管路方式に分けられる。さらに，管路方式は用途によって主線管路や地下配線管路に分けられる。中口径管路方式は，内径が概ね 250～500mm 程度の中口径管路（外管）に通信ケーブル收容用の内管を複数本收容し，外管と内管の間隙をモルタル等で充填する内空充填方式と，中口径管内空間をモルタル充填しないフリースペース方式（図 8・4）がある。フリースペース方式は内空間の下部断面に太径の通信ケーブルを收容するため，外径径に応じて下部スペーサ（内管）を同時に敷設し，上部断面には通信ケーブル需要発生時にスペーサを敷設する方式である。内空間をフリースペース構造とすることによって，需要により変動する設備容量への柔軟な対応が可能となっている。

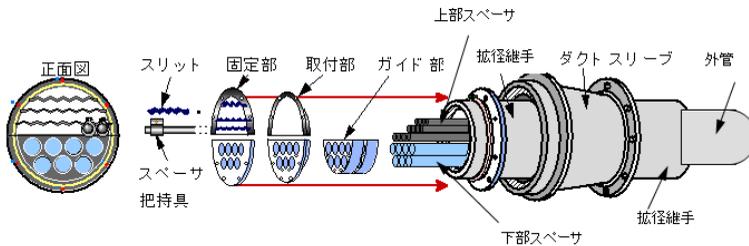


図 8・4 フリースペース方式の構成例

主線管路は通信ビルを相互に連絡する管路及び通信ビルなどから架空線路との分岐点までの管路である。内径が概ね 75mm の管を多段に複数本を積んで地表面下 1～2m 程度に埋設し，管路 1 条ごとに通信ケーブルを收容する設備である。管路の種類は，硬質塩化ビニル管，鋼管，铸铁管があり，液状化の危険度，電磁誘導対策の要否等埋設場所の環境条件に応じて選択・採用される。主線管路は管本体，継手，マンホールなどの構造物の壁に成形されたダクト，及び耐震対策等のためのダクト付近に設置するダクトスリーブから構成される（図 8・5）。

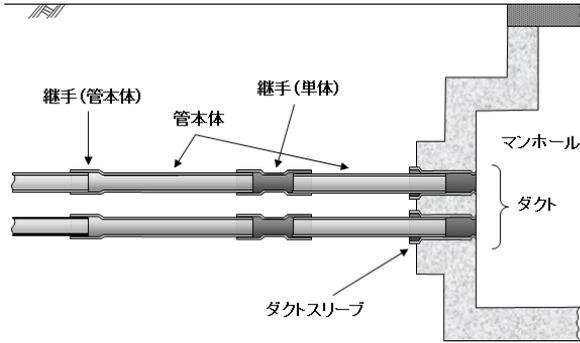


図 8・5 主線管路の構成

図 8・6 に橋梁添架管路，専用橋を示す．管路ルート上で河川等を横断する場合には，橋梁添架管路，専用橋などによって横断する．橋梁添架管路は道路橋などの上部構造や下部構造を利用して管路を渡す方式である．管路の材料は一般的に硬質ビニル管を使用し，橋台際や支持間隔の制約で硬質ビニル管が適用できない箇所などは鋼管を利用する．専用橋は河川等を横断する適当な道路橋が確保できない場合に通信ケーブル専用の橋として架橋するもので，通信ケーブルを収容する管路などの上部構造と，これを支える橋台，橋脚などの下部構造で構成される．



図 8・6 左：橋梁添架管路，右：専用橋

地下配線管路は，お客さまビルに配線するため主線管路などより分岐してお客さまビルに至るまでの地下管路である．内径が概ね 25mm，50mm の管路 1 条ごとに通信用ケーブル 1 条を収容する方式が主に利用されていたが，1999 年からは，内径が概ね 150mm の管に通信用ケーブルを複数本収容するフリーアクセス単管方式が導入されている．この方式により，設備のダウンサイジング，新規需要に即応した通信用ケーブルの敷設・分岐・取出しが可能となっている．

### 8-1-3 マンホール・ハンドホール

マンホールとは、通信ケーブルの敷設、撤去、接続作業などのため、地下に設けられる長さ 10m 未満の構造物である（長さが 10m 以上のものは「とう道」に分類）。構造上、上床版があるのが特徴となっている。

図 8・7 にマンホールの断面図を示す。マンホールは、矩形のく体、円形または矩形の首部及び鉄蓋から構成される。建設工法で分類すると現場で鉄筋コンクリートを打設する現場打ちマンホールと、分割したパーツを現場に運搬、据え付けるブロックマンホールに分けられる。通信土木工事では、現場作業期間が短縮できかつ品質が安定したブロックマンホールが一般的に普及しているが、形状が複雑で規格以外となる場合や、既設マンホール更改でブロックの搬入作業が困難な場合は、現場打ちマンホールが採用される。また、マンホールを材質で分類すると鉄筋コンクリートマンホールとレジンコンクリートマンホールがある。レジンコンクリートは、鉄筋コンクリートに比べ強度が大きく、リブロックマンホールに採用されている。

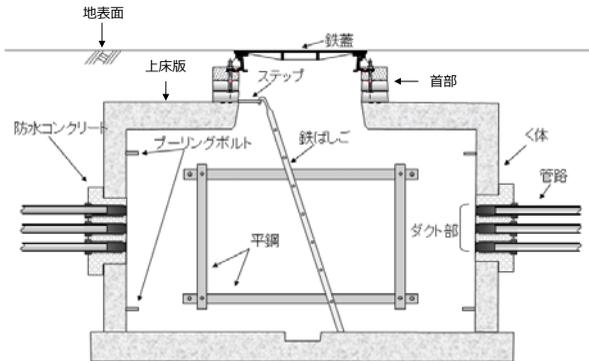


図 8・7 マンホールの断面図

ハンドホールとは、マンホールに比較して小対の通信ケーブルの敷設、撤去、接続作業を目的として地下に設けられる。構造上、上床版がなく路上で通信ケーブルを接続し、その接続点を収容保護するために、地下に設けられる構造物である。

図 8・8 にハンドホールの断面図を示す。ハンドホールは、上面開放型の矩形のく体、矩形の鉄蓋及び首部から構成される。マンホールと同様に、建設工法によって現場打ちハンドホールとブロックハンドホールにより分類され、材質により鉄筋コンクリートハンドホールとレジンコンクリートハンドホールに分類される。通信土木の分野では強度、安定性に優れた高分子材料であるレジンコンクリートが早くから採用されており、特にハンドホールのように人力作業が主体となる施工の際には、軽量で現場への運搬、据え付けが簡易なレジンコンクリート製のブロックハンドホールが採用されることが多い。

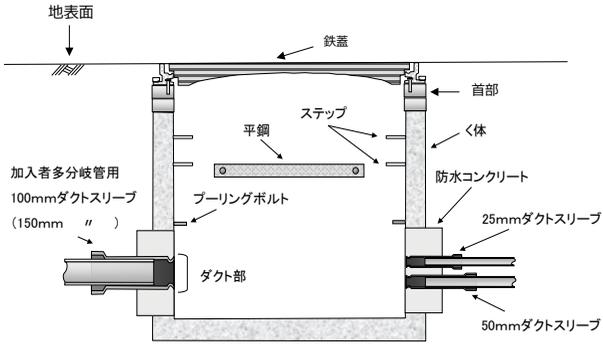


図 8・8 ハンドホールの断面図

■参考文献

- 1) 日本レジン製品協会 レジンコンクリートとは, URL : <http://www.jrpa.gr.jp/resintoha.html>

## ■5群 - 2編 - 8章

### 8-2 設備保全技術の概要

(執筆者：出口大志) [2015年7月 受領]

通信土木設備は、その大半が道路下を占用しており、土圧や地下水圧、自動車荷重などの外力の影響によって、コンクリートのひび割れや、金属の腐食などを生じやすい環境にある。通信土木設備における著しい劣化は、情報通信サービスの停止のみならず、道路陥没などの発生原因となり社会生活に影響を与える可能性もあるため、点検にて劣化をタイムリーに把握し、劣化の程度に応じて適切な補修をすることが求められる。本節では現行の点検・補修技術に加えて、導入が進んでいる新しい長期間メンテナンス不要な補修技術と効率的な点検技術を説明する。

#### 8-2-1 とう道の点検・補修技術

とう道は、複数本の通信ケーブルを収容する地下トンネル設備であり、その構造や規模、埋設深度などの条件により、設備更改が困難であるため、永続的に使用していく必要がある。このような背景のもと、定期的な点検によって劣化を早期に発見し、適切な時期に必要な補修が行われている。とう道における0.3mm以上のひび割れは、水密性の低下や鋼材の腐食などの劣化を促進すると考えられ、劣化が進行するとやがては耐久性や剛性の低下に伴う変形を生じ、最悪の場合構造物の破壊に至ることもあり得る。開削とう道における劣化現象として、ひび割れや漏水、構造耐力に影響のある鉄筋腐食がある(図8・9)。また、腐食による鉄筋の膨張圧でコンクリートが破損することもある。シールドとう道における劣化現象は、ひび割れや漏水がある(図8・10)。

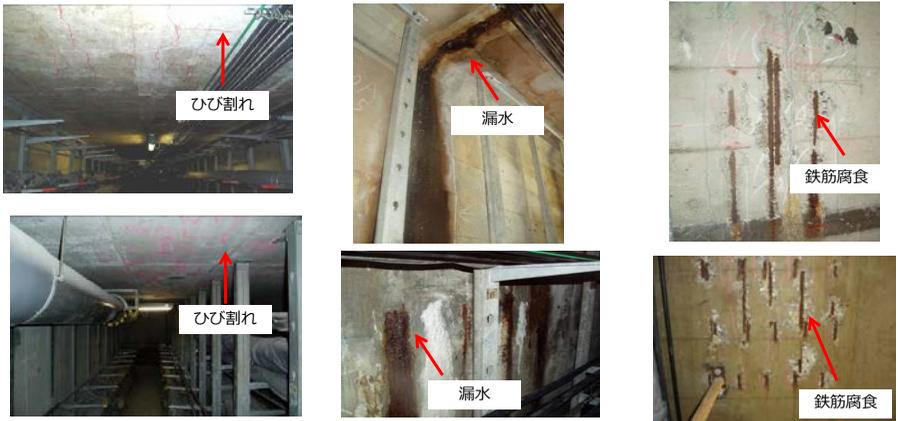


図8・9 開削とう道における劣化事例



図 8・10 シールドとう道における劣化事例

シールドとう道に関しては、建設された年代により二次覆工コンクリートの打設工法が異なり、打設工法の改良以前のとう道においては二次覆工コンクリートに空洞が存在する場合があります。この空洞点検技術として、パルスレーダにより非破壊探査するライトエスパーがある(図 8・11)。ライトエスパーは深さ約 40cm までの空洞がリアルタイムで探査可能である。



図 8・11 ライトエスパー<sup>3)</sup>\*

\*ライトエスパー3 はアイレック技建株式会社 の商標

シールドとう道に比べて建設年度が古いものが多い開削とう道においては、鉄筋腐食によるコンクリートの剥離・剥落が発生する前に劣化の進行を予測し、劣化が軽微なうちに補修を施すことによって、将来に亘るライフサイクルコストをミニマム化する予防保全型の維持管理を展開している。既に鉄筋が露出している箇所については断面修復を施し、周辺及び近い将来露筋が予測される箇所についても表面塗布材を塗布することにより鉄筋の腐食因子を遮断する。

とう道の補修は、様々な市中技術から、劣化の状態や現場の条件に応じた適切な材料、工法が採用され実施されている。ひび割れに対する補修工法について表 8・1 に、鉄筋腐食に対する補修工法について表 8・2 に、二次覆工の空洞部に対する補修工法について表 8・3 に示す。

表 8・1 ひび割れに対する補修工法

| ひび割れ状態 | 漏水状態 | 工 法        | 説 明                      |
|--------|------|------------|--------------------------|
| 面 状    | 少    | 貼り付け工法     | マットを張り付ける                |
|        | 多    | 背面注入工法     | く体を削孔して外側で止水する           |
| 線 状    | 少    | 注入工法       | 漏水の道を直接止水剤でふさぐ           |
|        | 多    | 注入+充填+塗布工法 | 漏水の道を直接止水剤でふさぎ、細孔空隙のゲル充填 |

表 8・2 鉄筋腐食に対する補修工法

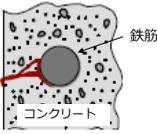
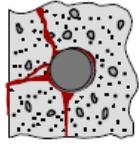
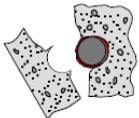
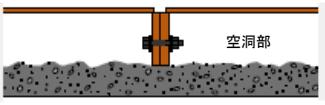
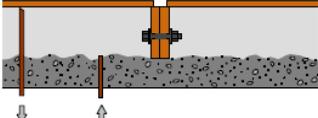
| 工 法      | 劣化状況  | 説 明   |
|----------|---|---|
| 表面処理工法   |  | 部材に変状が生じているが、鉄筋位置のコンクリートに健全なコンクリートが存在している場合、コンクリート表面に被膜層を設け、炭酸ガス、酸素、水分などの鉄筋腐食因子の侵入を防止する工法。                            |
| 部分断面補修工法 |  | 部材中の部分的な浮き等の変状が生じている場合に、変状箇所および周辺のコンクリートをはつり取り、断面補修材を用いて補修する工法。鉄筋防食因子の侵入を防止する意味で、鉄筋の裏側までのはつり取り、断面補修材が鉄筋を囲むようにする必要がある。 |
| 全面補修工法   |  | 部材が広範囲に渡って変状が生じている場合、コンクリートを鉄筋腐食が生じていない部分までのはつり取り、断面補修材を用いて補修する工法。鉄筋の裏側までのはつり取り、断面補修材が鉄筋を囲むようにする必要がある。                |

表 8・3 二次覆工に対する補修工法

| 劣化状況  | 説 明   |
|---|---|
|  | 無収縮モルタル等を注入し、空洞部を充填する<br><br>エア抜き 注入 |

その他、地震や軟弱地盤による不等沈下の影響により、とう道と建物との接続箇所において段差が発生する場合があります。漏水の原因となるほか、作業者のつまずきなどを発生させる要因となる。換気設備、排水設備、照明設備などの電気設備は一定期間で必ず劣化するもの

であり、規定の絶縁抵抗値に満たないものや接地抵抗値が規定値を超えているものは漏電や感電による災害を招くおそれがあるため、定期的に確実な検査を実施し、結果に基づき必要な修理、交換を実施している。また、点検時においては通信ケーブル支持金物などの部材の変形や腐食、扉の動作不良、ケーブルダクトや耐火ブロックのゆるみなどの有無についても確認している。

### 8-2-2 管路の点検・補修技術

通信ケーブルを収容する前の空き管路においては、通信ケーブルが管路内を通過するために必要な空間が保持されていること、管路長と線形が通信ケーブルの機械的特性及び伝送特性を損なわないことなどを確認するため、マンドレルによる管路通過試験を実施する。実施のタイミングは、管路の竣工検査時、通信ケーブルの敷設前などである。マンドレルとは円筒形状物の総称であり、管路内を牽引して支障なく通過できるかを試験するものである。マンドレル通過試験で不通過が確認された管路は精密点検の対象となり、パイプカメラにより管路内の不良（破損、扁平、穴あき、腐食、継ぎ手部離脱、土砂つまりなど）を把握し、補修方法を選定する。ここでは、代表的な管路補修工法について表 8・4 に示す。また近年は、既に通信ケーブルが収容されている管路を補修する PIT (Pipe Insertion Type) 新管路方式が導入されている。これにより、補修工事中に通信サービスを中断することがなく、さらに補修後はメンテナンスフリーな管路として永続的に使用可能となる。

表 8・4 管路補修工法

| 工法                       | 説明   |
|--------------------------|--|
| ウォータージェット洗浄              | 高圧ホース先端に前方噴射ノズル、後方噴射ノズルを取り付け、高圧水により管路内の土砂、泥水・錆を除去し洗浄する           |
| 管内面ライニング                 | 錆腐食により管路内面が全体的に劣化した金属管路内面に薄い樹脂膜を形成する                             |
| 超薄膜ライニング                 | スポンジ付きピグを使用することにより、0.3mm 程度のライニング膜を形成する                          |
| 負圧式ライニング                 | 管路内の空気を吸引・減圧することで空気の流れをつくり、それを利用して 0.2mm 程度のエポキシ樹脂薄膜を形成する        |
| ケーブル収容管補修<br>(PIT 新管路方式) | 通信ケーブルを収容した既設の管路内に、新たに PVC 製の内管を挿入し、通信ケーブル 3 条分の空間を形成する (図 8・12) |
| 金属管扁平矯正                  | 油圧を利用して管路内で拡径して管路の扁平を矯正する  |
| ビニル管矯正                   | 硬質ビニル管の扁平部を管路内から加熱軟化させるとともに、油圧を利用して機械的に矯正する                      |



補修イメージ



組立前の部材

図 8・12 PIT 新管路方式

また、橋梁に添架された金属管は、降雨による乾湿の繰り返し、冬季の凍結防止剤の散布や沿岸地域などでの飛来塩分の影響など過酷な環境下での腐食が進行している。腐食劣化した管路は、通信ケーブルへの悪影響や橋梁下への落下など、第三者被害をおよぼしかねない不良設備であるため、腐食劣化した管路を安全にかつ容易で安価に補修し、恒久的に有効活用できる補修技術が必要とされる。ここでは、代表的な橋梁添架管路・専用橋補修工法について表 8・5 に示す。橋梁添架設備の補修技術には補修用半割管による取替えがあり、特に支持間隔が長い(2.5~5.5m)箇所が著しく劣化している場合には、強化繊維プラスチック素材の補修用半割管である ST-LONG 管にて取替え補修を実施している(図 8・13)。

表 8・5 橋梁添架管路・専用橋補修工法

| 工 法                             | 説 明  |
|---------------------------------|--|
| 橋梁添架補修用半割管<br>(支持間隔 2.5m まで)    | 腐食により劣化した橋梁添架ケーブル收容管を切断・撤去し、半割管を取り付けて補修する                                      |
| ST-LONG 管<br>(支持間隔 2.5~5.5m まで) | 腐食により劣化した橋梁添架ケーブル收容管を切断・撤去し、強化繊維プラスチック素材の補修用半割管である ST-LONG 管を取り付けて補修する(図 8・13) |
| 橋台際補修用半割管                       | 腐食により劣化した橋梁添架ケーブル收容管を切断・撤去し、半割差込ソケットを取り付けて補修する                                 |



図 8・13 ST-LONG 管

### 8-2-3 マンホール・ハンドホールの点検・補修技術

マンホールの劣化は、鉄蓋の磨耗や段差及びガタツキ、鉄蓋周辺の舗装や縁コンクリートの破損や段差、首部のひび割れやズレ及び漏水、本体のひび割れや破損及び漏水、ダクト部分の劣化などが挙げられ、中でも鉄蓋の劣化が最も多い。鉄蓋の磨耗が進行すると車両等がスリップしやすくなる。鉄蓋と受枠上面との段差が大きくなるとガタツキや騒音が生じ、劣化がさらに進行すると車両通過時の衝撃荷重によって鉄蓋の飛び上がりや破損などを発生する可能性がある。首部や本体の劣化は構造強度に直接的に関係するため、通信設備としての信頼性及び道路占用物としての安全性に重大な影響を与える恐れがあり、特に注意が必要である。

マンホール・ハンドホールの点検は、通常、一定の周期を定めて目視点検を行う定期点検と、定期点検の結果に応じて詳細に調査する精密点検に分けられる。定期点検では、本体及び首部のコンクリートのき裂や剥離、内部留水状況の確認、鉄蓋及び受枠の磨耗や亀裂、破損、ガタツキ、路面との段差及び縁石の破損等の確認を行っている。精密点検は、定期点検等において発見された設備の劣化に対し、さらに詳しくコンクリートの残存耐力や劣化の程度を把握し、劣化の進行予測及び補修方法や時期等を判定するために実施している。

マンホール・ハンドホールの代表的な点検、補修技術を表 8・6 に示す。近年ではマンホール鉄蓋の段差や磨耗をデジタルカメラで撮影した画像を分析することにより自動検知する技術が導入されている(図 8・15)。従来の点検では点検者が安全帯を車道に設置し、ノギスなどで段差量や摩耗量を計測していたが、この技術により歩道等離れた場所から安全かつ効率的に点検することが可能となった。

表 8・6 マンホール点検・補修技術

| 工法              | 説明  |
|-----------------|---|
| 鉄蓋劣化診断          | 鉄蓋をハンマーで打撃したときの振動特性から鉄蓋のき裂量を検知し、残存寿命を推定する。  |
| 蓋鳴り防止           | 鉄蓋と受枠の隙間部に発砲した軟質ポリウレタンを充填し、鉄蓋の移動や回転を抑制して蓋鳴りを防止する。   |
| V字形カット工法        | 欠損部、き裂箇所をV字形にはつり、き裂部にウレタン系樹脂を注入後、無収縮性急結セメントを充填したのち、表面にエポキシ性樹脂を塗布し止水する(図 8・14)。            |
| レジンブロックマンホールの補修 | エポキシ樹脂接着剤を媒介として、鋼板でひび割れ部を補強する鉄板圧着方式が標準であるが、マンホールの金物等の腐食が著しい場所では、鋼板の代わりにレジン板で補強する方式が採用される。 |
| 画像診断技術          | デジタルカメラで撮影した画像を分析し、鉄蓋の段差や摩耗を自動検知する。   |

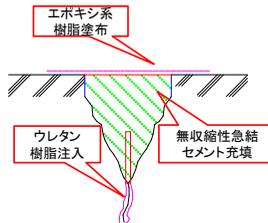


図 8・14 V字形カット工法

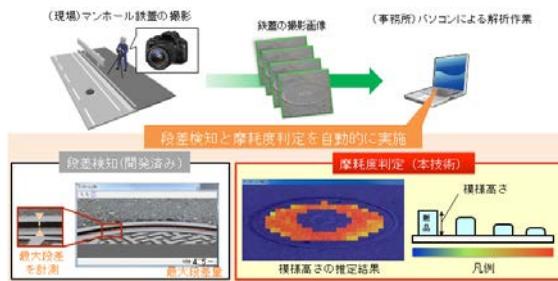


図 8・15 デジタルカメラによるマンホール鉄蓋の段差・摩耗点検技術

#### ■参考文献

- 1) ライトエスパー3, アイレック技建株式会社, URL : [http://www.airec.co.jp/products/espar/l\\_espar.html](http://www.airec.co.jp/products/espar/l_espar.html)
- 2) デジカメ画像を用いてマンホール鉄蓋の模様高さを自動判定, NTT, URL : <http://www.ans1.ntt.co.jp/j/times/085/01/top.html>