

非破壊検査（超音波法）

1. はじめに

更生工法の出来形管理について、自立管は寸法管理、更生管厚及び内径の管理、内面の仕上がり状況の管理が、複合管は寸法管理、更生管きよの仕上がり内径の管理、内面の仕上がり状況の管理が要求されている。複合管は多くの場合、人が管内に入って検査するが、自立管は人が管内に入ることができない。現状は人孔管口での寸法測定、目視や自走式テレビカメラによる外観検査が実施されているものの、今の方法では自立管の品質管理で非常に重要となる更生管内の硬化度合いが十分に評価できていないのが実態である。ガイドラインでは、これらの要求性能を確保するため、非破壊検査方法の適用が有効であることが記載されている。

そこで、ガイドラインの参考資料に記載されている自立管の管内非破壊検査法、とくに本編では超音波を活用した更生管非破壊検査法について詳しく説明する。

2. 更生管超音波非破壊検査技術

2-1. 非破壊検査とは

非破壊試験とは、「素材や製品を破壊せずに、きずの有無・その存在位置・大きさ・形状・分布状態などを調べる試験。材質試験などに応用されることもある。放射線透過試験、超音波探傷試験、磁粉探傷試験、浸透探傷試験、渦流探傷試験、などがある。」

と記載されている。また、非破壊検査とは「非破壊試験の結果から、規格などによる基準に従って合否を判定する方法。」とJIS Z2300に記載されている。

2-2. 更生管非破壊検査法とは

更生管の非破壊検査法とは、施工した更生管に対し、更生管の内面から非破壊で硬化度合いを調べる検査方法である。対象となる工法は自立管や二層構造管に適用する現場硬化型更生管となる。

2-3. 超音波検査ロボット

更生後の管内を検査するには、管内を走行する装置が必要である。図1に検査ロボットを示す。この検査ロボットは、管内の内面状態を観察するためのカメラが2つ、硬化度合いを調べるための超音波探触子が2セット搭載されており、オペレータが地上で検査システムを遠隔操作することで検査ロボットを管内で走行させ、非破壊検査をすることができる。

探触子は連続式と一点式の2種類が搭載されている。連続式は図2に示すように探触子を更生管に押し当て、検査ロボットを走行させながら連続的に検査できる。円周方向には約100mm幅の計測が可能となっている。一点式は検査ロボットを計測位置で止め、図3に示すように探触子を測定箇所押し当てて計測し、計測位置ごとに検査ロボットを移動させて計測する。連続式は名前のおり連続的に計測で

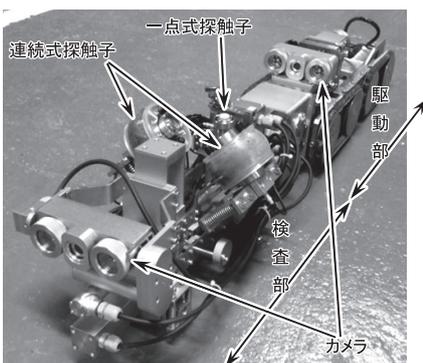


図1 超音波検査ロボット

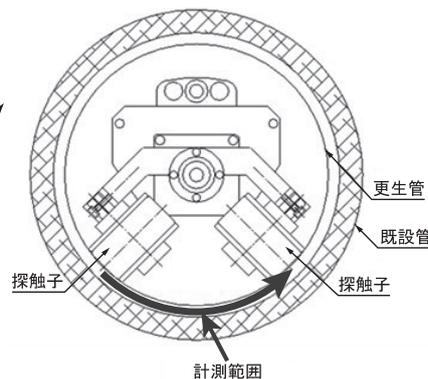


図2 連続式の計測範囲

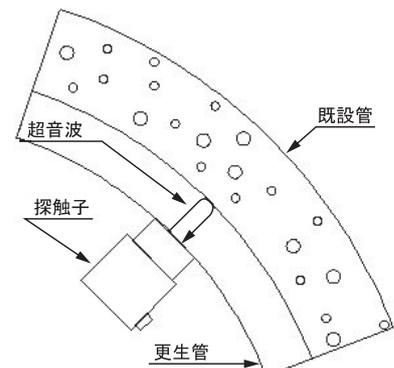


図3 一点式の計測

きるため、短時間で1スパンの計測作業が可能である。

2-4. 適用範囲

本技術の適用範囲は以下のとおりである。

- 適用口径：250～800mm 未満
(ただし200mmは別のロボットで適用可能)
- 滞留水：50mm 以下
- 屈曲角：4° 以下 (口径300mm 未満)
10° 以下 (口径300mm 以上)
- 段差：9mm 以下 (口径300mm 未満)
30mm 以下 (口径300mm 以上)
- 審査証明で審査が完了している工法は、以下の10工法となる。ただし、10工法以外にも適用は可能である。
FFT-S工法
SGICP工法、SGICP-G工法
SDライナー工法
オールライナー工法、オールライナー-Z工法
ノーディーパイプ工法
シームレスシステム工法
パルテムSZ工法、ホースライニング工法

2-5. 硬化確認方法

ここでは連続式における硬化確認方法について記す。更生管内に超音波検査ロボットを挿通させて超音波計測する。計測することにより、図4のような波形を得る。図4の矢印で示す波形のピーク位置を求めて得られた値を数値化することで未硬化指数を算出する。この未硬化指数が更生管の硬化の基準値範囲内かどうかで硬化と未硬化を判別する。

また、未硬化指数と更生管の曲げ弾性率との関係を図5に示す。二重線で囲んだ範囲が未硬化指数も曲げ弾性率も硬化領域であることを示す。この結果より、未硬化指数は更生管の強度特定との相関関係があることがわかり、管内の更生管の未硬化指数を計測することにより、更生管の物性を把握することができる。

3. しゅん工時検査

JIS A7511やガイドラインには、しゅん工時の出来形管理として「非破壊で施工済みの更生管の状況(樹脂の硬化度、充填材の充填状況、肉厚など)を確認できる検査方法が適用できる場合には施工計画書に盛り込み、これを加えて行うことができる。」と記

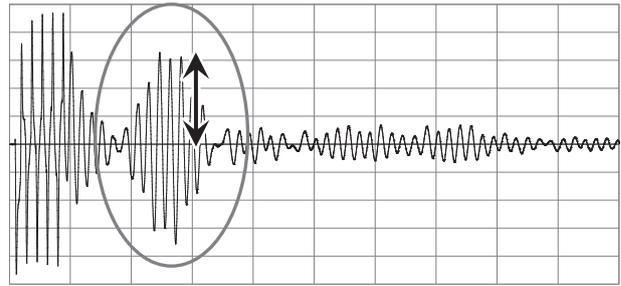


図4 超音波波形の一例(連続式の場合)

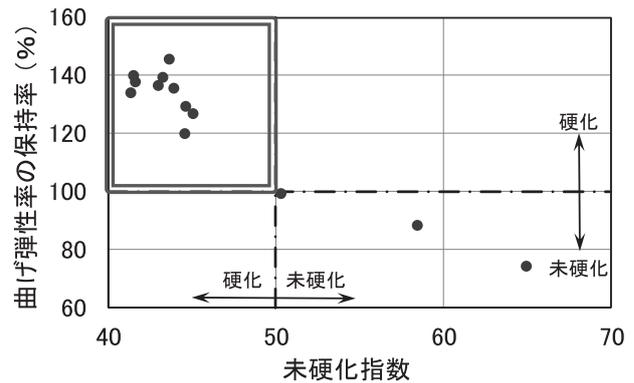


図5 未硬化指数と曲げ弾性率との関係

載されている。現在のすべての管更生工法は、施工現場で何かしらかの加工を施して更生管を作っているため、しゅん工時の検査は更生管の品質管理において最も重要である。自立管では現場硬化管の材料の硬化条件や熱形成工法の軟化条件による品質の低下、複合管では充填材の未充填や未硬化による品質の低下が懸念される。

ISO規格やJIS規格、ガイドラインにおいて、更生管の検査の基本は管内で実施することが記されている。そのため、非破壊検査などによる更生管内の品質管理が必要である。

現在は下水道協会のII類資器材登録材料の使用や施工管理などによって品質確保に努めているが、実際の更生管に対する検査が最も重要である。品確協ではまず自立管のうちの現場硬化管の硬化度合いを検査する手法について検討を進めてきており、地上実験や現場実験によって検証を実施している。

今後ますます増加してくる耐用年数を超過した下水道管路の対策に適用される管更生工法では、管内の更生管そのものの品質管理が重要であり、本手法のような管内検査技術が活用されるようになるのではないかと考えている。