

地震波動に伴う継手構造管路と一体構造管路の挙動把握

香川大学工学部 フェロー会員 ○野田 茂
大鉄工業 正会員 橘川 弘

1. まえがき

来たる東南海・南海地震への切迫性を勘案すると、水道管の耐震化を早急に進める必要がある。そのためには管路継手の挙動特性を解明することが求められる。そこで本研究では、修正伝達マトリックス法を用いた擬似静的地震応答解析(ERAUL)¹⁾により、継手特性の異なる4つの継手を有する継手構造管路と一体構造管路を対象に、地震波動を受ける管路継手挙動特性を比較分析する。

2. 解析モデルと解析条件

対象管路は、DCIPよりなる継手構造管路とPE管よりなる一体構造管路である。管形は直管、曲管、T字管とし、DCIPとPE管を組み合わせた異種管は直管、T字管に採用する。

継手はK形継手、NS'形継手、MD継手、MP継手の4種類である。NS'形継手はK形継手に圧縮特性及び離脱防止機能を仮想的に追加した継手である。MD継手は管体への負荷を抑え、圧縮・引張側で管路全体の応力・歪を低減する効果がある。MP継手はPE管用継手である。

ここでは紙面の都合上、解析モデルの一例を示す。図-1はT字管の継手配置モデル、地震波の入射方向である。管体がDCIPの場合、継手位置A、B、CにはMD継手を、それ以外の継手部では4m毎にK形継手もしくはNS'形継手を設置する。管体がPE管の場合、継手位置A、B、CにはMP継手を設ける。MP継手間の管体材質はDCIPである。PE管ではEF接合により管体を繋げるため、接合箇所は解析上の節点とする。

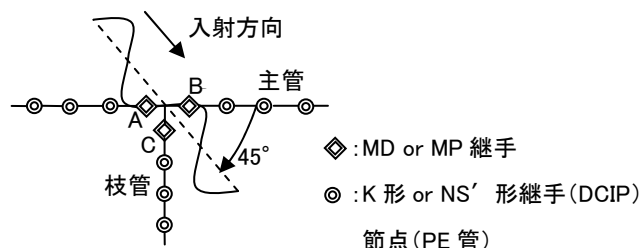


図-1 T字管の継手配置

水道施設耐震工法指針²⁾を参考に、地盤はN値2、地震入力波は波長19,420 cm、振幅31.18 cm、周期1.54s、入射角45°と仮定する。

解析に当たっては、地震入射波の位相を0.0s～1.5sの範囲で変化させ、引張方向で継手部での伸縮、回転、応力が最大となる位相を調べる。空間的な管路継手挙動は最大応答位相時において検討する。

3. 位相変化に伴う管路継手挙動

PE管(主管側)を対象にすると、位相変化(0.0s～1.5s)に伴い、図-1のMP継手A、B及びこれら継手の隣接節点での管体応力は図-2のようになる。管体応力は位相1.3s付近において最大引張応力を示す。

PE管は基本的に継手のない一体構造管路を構成するので、地盤変位に追従するように管体の変位する。このため、MP継手部では伸縮が生じない。枝管の影響により、MP継手部では回転が生じたが、その値は極めて小さかった。

他の管種、管形においても、位相変化に伴う管体応力の傾向は図-2と同様であった。耐震的には引張による継手部での離脱が問題となるため、4.、5.では最大応答位相1.3sにおける管路継手挙動の空間的な変化を検討する。

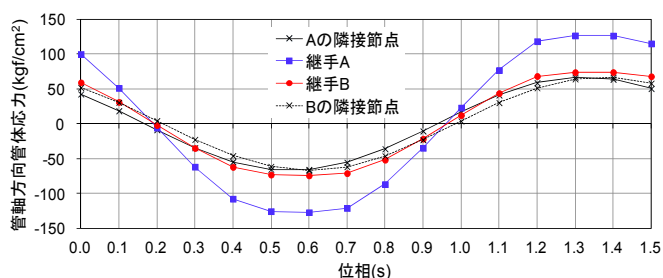


図-2 位相変化に伴うT字部での主管側管体応力

4. DCIPの管路継手挙動

図-1のT字管にDCIPを採用すると、管軸方向の主管側管体歪は図-3のようになる。MD継手の隣接継手としてK形継手を用いた場合が図(a)、NS'形継手を用いた場合が図(b)である。

K形継手とNS'形継手、T字部のMD継手では伸縮

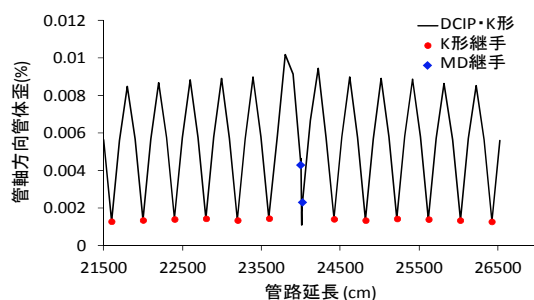
キーワード：異形管 管路継手挙動 ERAUL 地震応答解析

連絡先：香川県高松市林町2217-20 香川大学工学部 Tel& Fax 087-864-2153

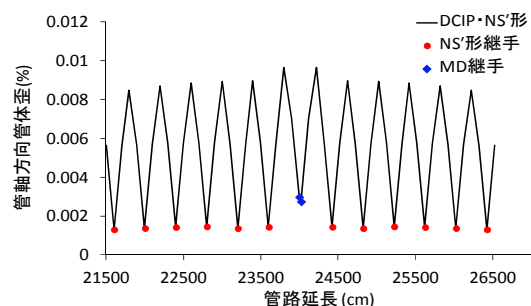
量がほぼ同一となったが、K 形継手と NS' 形継手の特性の相違により、図-1 の位置 A に設置した MD 継手部では許容回転量 5° を超える回転量になった。

図-3 よりわかるように、K 形継手を用いると、MD 継手部の管体歪は若干ではあるが大きくなっている。K 形継手は圧縮力に弱いので、枝管で生じた圧縮応力を吸収できない。そのため、MD 継手の変形によって地震入力エネルギーが低減することになるが、T 字部の作用圧縮応力によって MD 継手の負荷が大きくなる。一方、NS' 形継手を使用した場合、圧縮応力が受け流されるようになるので、MD 継手への作用応力・歪は K 形継手を用いた場合よりも低くなる。

異形管部に MD 継手を使用する場合、隣接継手として MD 継手のように圧縮性能が高い継手を用いることにより、耐震性能をさらに高めることになる。



(a) K 形継手



(b) NS' 形継手

図-3 T 字管(DCIP)主管側の管軸方向管体歪

5. PE 管の管路継手挙動

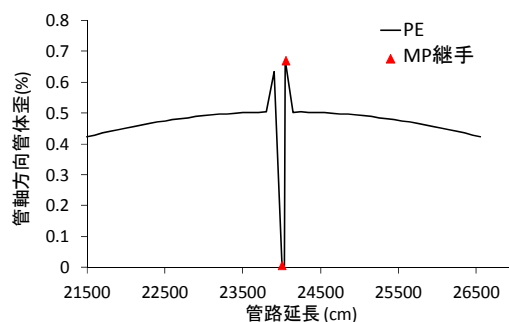
図-1 の T 字管に PE 管を採用すると、主管と枝管の管軸方向管体歪は図-4 のようになる。図(a)は T 字管主管側、図(b)は T 字管枝管側の歪である。

4. の DCIP と挙動が異なり、PE 管では地盤との相対変位がほぼ発生せず、DCIP の管体材質で接続された MP 継手部の相対変位は 1cm 以下である。このことから、PE 管の地盤変位に対する追従性の高さが確認できる。

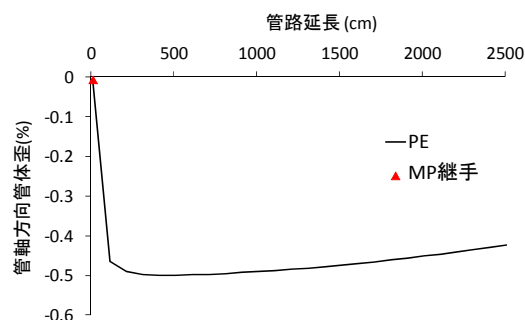
主管側では、MP 継手の歪が 0.7% 以下であるが、MP 継手間管体の DCIP の影響により、T 字部に作用する管

体応力は増加する。枝管側では MP 継手部で 90 kgf/cm の圧縮応力が発生したが、圧縮歪は小さい。PE 管の採用により、管体の作用応力が圧縮、引張方向ともに DCIP の挙動に比べてかなり低減されることから、管体変形による地震エネルギーの受け流しが行われたと考えられる。伸縮、回転量がほぼ生じなかったことと併せれば、PE 管の耐震性の高さが認められる。

DCIP と PE 管の挙動を比較すると、管体への作用応力が MD 継手部よりも小さくなるので、PE 管の異形管への適応性は高いといえる。PE 管の地盤追従性の高さを勘案すると、PE 管は N 値 2 のような非常に柔らかい地盤に対しても有効である。



(a) 主管



(b) 枝管

図-4 T 字管(PE 管)の管軸方向管体歪

6. あとがき

分析の結果、1) 圧縮方向に高耐震的な継手を隣接させることにより、異形管部の MD 継手は継手構造管路の特性をさらに高めること、2) PE 管による一体構造管路は管体変形により地震エネルギーを受け流すことによって高い耐震性を有することなどがわかった。なお、本研究は JST の A-STEP・FS ステージ探索タイプにおける成果である。

参考文献

- 1) 高田至郎:ライフライン地震工学, 共立出版, 1991 年 9 月.
- 2) 日本水道協会:水道施設耐震工法指針・解説 2009 年版, 2009 年 7 月.