

(参考資料)

## 小口径耐震継手ダクタイル管路の 新しい一体化長さに関するQ & A

日本ダクタイル鉄管協会

## 概論編

Q 1 : なぜ一体化長さの算出方法を変更したのですか。

A 1 : 平成 7 年の兵庫県南部地震以降、管路の耐震化が重要課題の一つとなり、耐震管路の普及率が徐々に高まってきているのが現状です。しかし、その設計にあたっては水圧に対する異形管防護のための一体化長さの計算等が煩雑であるという意見が多く寄せられていました。このため、特に布設延長の長い呼び径 75 ~ 250mm の N S 形及び S 形管路について F E M 解析と埋設実証実験を行った結果、曲管部と T 字管部については配管形状によらず異形管の種類で一体化長さが決定できることや、特に土かぶりが高いような場合を除く一般的な使用条件下ではこれらの異形管部の一体化長さを短くできることが確認されましたので公開することにしました。これによって、これらの管路の設計は大幅に簡略化されます。特に、個々の異形管部ごとに一体化長さを計算する必要がありませんので、配管図面のチェックや現場で配管を変更する必要がある場合の対応が容易になります。また、これまでであれば、異形管部が近接して一体化する範囲がかなり長くなってしまいうような複雑な配管でも、ライナ装着箇所減少によってフレキシブルな継手が増えるため、管路の変位吸収性能をより高めることができます。さらに、ライナの減少は若干ですがコストダウンにもつながります。

Q 2 : なぜ適用管路に制限があるのですか。

A 2 : 詳しくは設計マニュアルに記載していますが、新しい一体化長さを適用できるのは呼び径 250mm 以下で設計水圧が 1.3MPa 以下の一般的な埋設条件下にある N S 形および S 形管路に限定されています。呼び径が 300mm 以上であったり設計水圧が 1.3MPa を少しでも越えると、従来通り「N S 形・S 形・S 形ダクティル管路の設計 ( J D P A T 35 )」にある計算式で設計するため、一体化長さが急に長くなり、その不連続性に違和感を持たれるかもしれません。しかし、口径が大きくなるにつれて管路の重要度が高まることと、高水圧管路の設計にはそれなりに慎重を要することなどから、これらの管路は個々の条件に応じて箇所ごとに一体化長さを求める従来の設計方法で運用すべきだと判断しました。また、この新しい一体化長さは K 形や T 形等の一般管路には適用できません。これは、これらの管路の一体化長さを短くすると、万一の場合に一体化範囲外の継手が抜ける危険性が考えられるからです。

Q 3 : 新しい一体化長さを適用できる箇所はどこですか。

A 3 : 曲管部とT字管部です。また、従来であれば単独の曲管部と異なる計算式を用いていた伏越部(切り回し部)とSベンド部についても、その配管形態を特に考慮せずに一体化長さを確保しようとする直管につながる曲管の種類で判断することができます。これらは箇所数が多いので、設計の簡略化の効果は大きいといえます。一方、片落管部と管端部および仕切弁部については従来通りの設計を行います。これらの異形管部は、地盤の反力が期待できず、管と土との摩擦力のみによって水圧による不平均力に抵抗させるため、残念ながら計算や実験からも一体化長さを短くすることが困難であることが別途確認されています。

Q 4 : なぜ一体化長さが短くなるのですか。

A 4 : あくまで、FEM解析で求め実験で確認した結果で、何らかの理論的な計算式から求めたものではありません。ただし、イメージを説明しますと、現在の一体化長さの計算式は、継手に伸びと屈曲がほとんどないKF形やUF形離脱防止継手を対象に作られたものであるのに対し、NS形やS形の異形管受口や直管の受口にライナを装着した離脱防止継手は実際には多少のガタがあります。異形管部は、水圧によって地中で移動しようとするときに発生する地盤反力と管と土との摩擦力によってこの移動量のある範囲に抑えるように設計しますが、地盤はバネと同様ですので管路が地盤に食い込む量が大きいほどこの地盤反力も大きくなります。すなわち、NS形とS形の場合は一体化継手のガタを考慮すれば従来想定していたよりも大きな地盤反力が期待できることになるため、一体化長さが短くなったと考えられます。なお、水圧が低い場合や土被りが深い場合などでは、新しい一体化長さが従来の設計方法より長くなることもあります。この理由として、水圧区分を0.75MPa以下と0.75を越え1.3MPa以下の2区分のみにしたことや土かぶりが多いと管と土の摩擦力が大きくなることなどが挙げられますが、あくまで設計の簡便性や現場対応時の利便性を優先して今回の変更に踏み切りましたので、全面的にこの新しい一体化長さを採用していくことが望まれます。

Q 5 : 既設あるいは設計済みの管路に変更は必要ですか。

A 5 : 設計マニュアルにも述べましたが、今回の一体化長さの変更に伴って既設管路の布設替えや既に設計が完了した管路に何らかの修正等を加える必要はありません。これは、従来の設計方法の方が一般に一体化長さが長くなるため、水圧による不平均力に対してより安全側であると判断されるからです。また、震度7を記録した兵庫県南部地震で被災地に計270km布設されていたS形、S形耐震管路に一切被害はありませんでしたが、このことは従来の方法で設計された一体化管路部も十分な耐震性を有することが証明されたことを意味します。したがって、管路の耐震性にも特に問題はありません。

Q 6 : 運用上の留意点はありますか。

A 6 : 設計マニュアルに示した種々の設計例をご覧頂くと、一体化長さについてはこの新たな手法によって容易に設計できることが分かると思います。ただし、配管形態によってはここに示した一体化長さの確保が難しく、防護コンクリートを併用すべき場合も出てきますし、構造物との取合い部などでは地盤沈下や地震時の地盤の液状化による側方流動等の変位吸収対策を施すべきであることなどは従来と同様に別途配慮が必要です。このような耐震管路の設計に関わるその他の留意点については、従来通り「NS形・S形・S形ダクタイル管路の設計(JDPA T 35)」を参照していくようにして下さい。また、事業者が独自に設計基準やマニュアル類を整備されており、そこでの記載が今回の変更内容と異なっている場合については、事業者の判断を仰ぐようにして下さい。

## 設計編

Q 1 : 具体的な設計方法はどのように変わりますか。

A 1 : 曲管部とT字管部の一体化長さの決定は、計算で求めるのではなく、設計マニュアルの表1(頁2)から条件に応じて選択するだけの作業になります。土かぶりが0.6m以上であれば、ポリエチレンスリーブの有無に関わらず表中の値を使用します。また、曲管部については配管形態によらず一体化長さを確保しようとする直管につながる曲管の曲がり角度で判断していけば結構です。例えば、呼び径150mmで設計水圧が1.3MPaの場合、45°曲管がつながっている直管には一体化長さ1m以上を、90°曲管がつながっている直管には6m以上をとればよいことになります。ただし、曲管が同一面内で曲がり角度が大きくなる方向に直結された場合は例外で、それらの曲がり角度を合計した複合曲管部として取り扱います。T字管部は、枝管の口径に応じて表中から選択し、その一体化長さ以上を枝管側に確保します。本管側は口径によらず両側とも1m以上としてください。

Q 2 : 事業体独自の設計条件に合わせた一体化長さや個別物件毎の一体化長さを別途求めることはできますか。

A 2 : 曲管部とT字管部の新しい一体化長さは設計水圧を0.75MPaと1.3MPaで区分していますので、一体化長さが両者で大きく異なるところがあります。このため、例えば設計水圧が0.8MPaで0.75MPaより少し高ただけの場合であっても1.3MPaまでの一体化長さを確保することになり、従来の個別条件ごとに計算する手法であれば0.75MPaの場合の一体化長さよりも少しだけ長くなるはずであることと矛盾するように感じます。また、土かぶりも0.6m以上であればすべて同じ一体化長さを確保しますが、従来の手法では土かぶりが大きくなるほど土圧が大きくなり、これに伴って管と土との摩擦力が増加して一体化長さが短くなりますので理屈が合わないと感じてしまいます。これらの疑問は妥当なものではありますが、今回の改訂の趣旨は、あくまで条件毎に一体化長さを計算するという煩雑な作業を省略し、設計を少しでも楽にかつ間違いの起こらないようにしていこうというものですので、考え方を切り替えて頂く必要があります。したがって、鉄管協会としては、事業体独自の設計条件や個別物件毎に最適な一体化長さを求めたいという要望にはお答えできません。

Q 3 : 新しい一体化長さは設計水圧が0.75MPaと1.3MPaの2種類について求められていますが、これらにあてはまらない設計水圧の場合に表中の一体化長さを比例配分して求めてもよいですか。

A 3 : 当改訂の趣旨をご理解頂き、比例配分は行わないようにしてください。また、今後とも条件の区分を細分化する予定はありません。独自の設計をされた場合、鉄管協会、メーカともに根拠付けはできかねますのでご了承願います。

Q 4 : 既設の一般管路との連絡部に新しい一体化長さを適用できますか。

A 4 : 既設管路を更新したり新しく管路を追加するために既設のK形、T形などの一般管路と耐震管路を接続する箇所については、新しい一体化長さを適用しないでください。これは、今回の一体化長さが従来よりも短くなっており、万一の場合、既設管側の継手が抜ける可能性が否定できないためです。したがって、もともと新設管との連絡部の既設管側に必要な一体化長さの検討が行われている訳ではありませんので、別途、従来の考え方で必要な一体化長さを確保するか、連絡部に防護コンクリートを打設する等の対策を施してください。

Q 5 : T字管の枝管の呼び径が250mm以下であれば、本管の呼び径が300mm以上であっても新しい一体化長さを適用できますか。

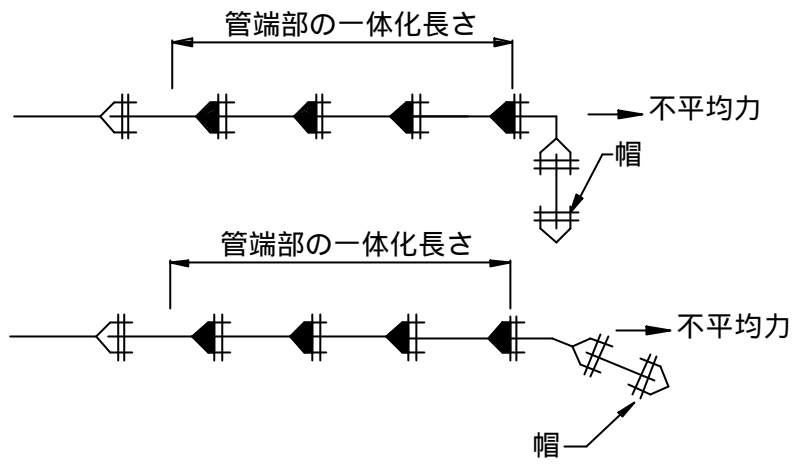
A 5 : T字管の本管の呼び径が300mm以上の場合については、解析や実験で安全性を確認しておりませんので、枝管が呼び径250mm以下であっても新しい一体化長さは適用せず、従来通りの設計を行うようにしてください。

Q 6 : 例えば曲管部の一体化長さが1mの場合、曲管に1mの切管を接合してすぐに後続の管と継ぎ輪でせめ配管をしてもいいですか。

A 6 : この場合、継ぎ輪が切管側にずれると土と接する管の実際の一体化長さが1mよりも短くなりますが、今回の短くなった一体化長さでも異形管部の移動は十分に小さいことが実験で確認されていますので問題はありません。したがって、一体化した管の端部に継ぎ輪を接合して頂いても結構です。

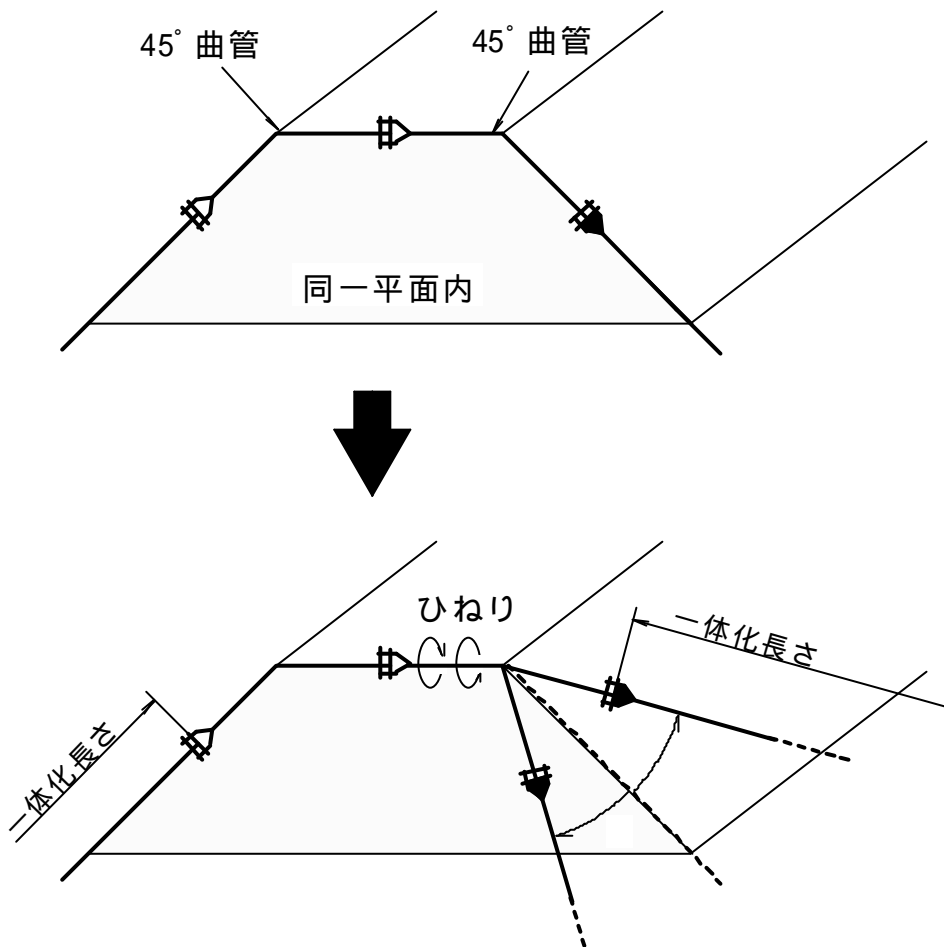
Q 7 : 工区区切りなどで曲管に短い切管を接合して帽や栓で止めた場合は、曲管部の一体化長さを確保すればよいのでしょうか。

A 7 : 曲管部の一体化長さは、一体化長さを確保しようとする直管に接続される曲管の曲がり角度で判断するのが原則です。ところが、この場合は以下の図に示すように管端部相当の不平均力が作用します。特に曲管の曲がり角度が小さいとほぼ直線に近くなり、管端部そのものの状態に近づいてしまいます。したがって、このような場合は特例と考え、図に示す位置に管端部の一体化長さを確保しておいてください。なお、帽や栓をはずして引き続き配管した後はこの部分に通常曲管部の一体化長さが必要となりますので、設計時あるいは施工時に別途配慮が必要です。



Q 8 : 曲管をひねって配管した場合の一体化長さはどうなるのでしょうか？

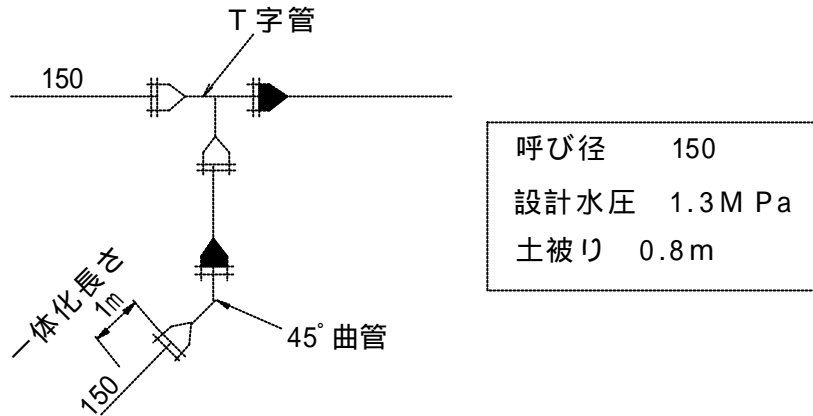
A 8 : 下図のように2つの曲管を同一平面内から角度 あるいは ひねって配管したような場合の一体化長さは、2つの曲管が曲がり角度が大きくなる方向に配管されるならば、2つの曲管の曲がり角度を合計した複合曲管と考え選定します。すなわち、45°曲管2本を下図のように (<90°) あるいは (<90°) だけひねって配管した場合には「45°を越え90°以下の曲管部」の一体化長さを適用します。これは同一平面内でない2つの曲管の不平均力の合力も同一平面内にある場合の値に近くなることから、ひねり配管の場合にも安全側の設計となるよう考慮したためです。



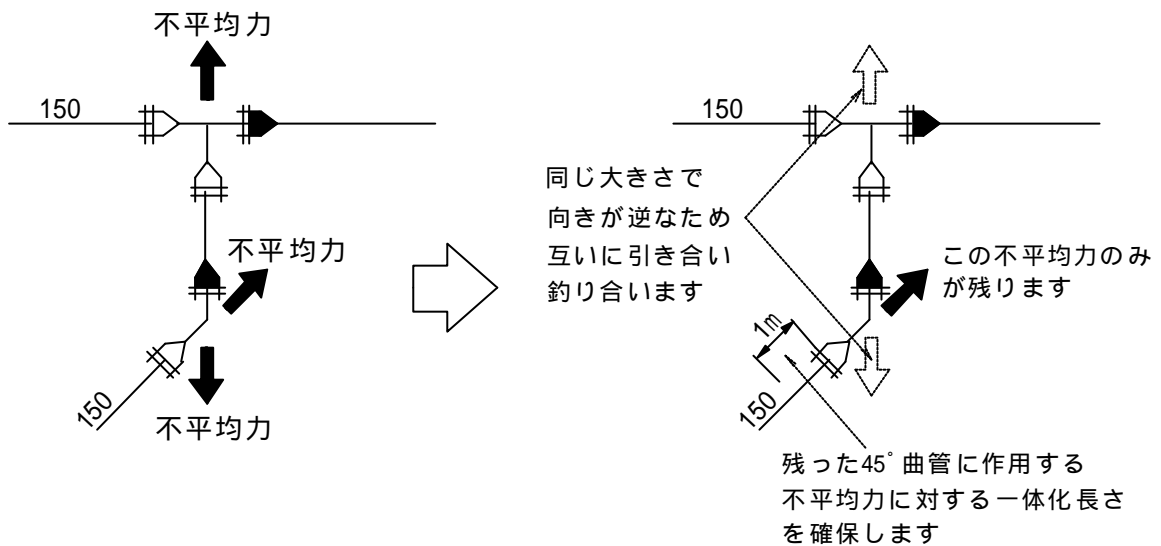
Q 9 : 90°曲管に22° 1/2曲管を直結した場合の一体化長さはどうなりますか？

A 9 : 「45°を越え90°以下の曲管部」の一体化長さを適用します。このように、2つの曲管を曲がり角度が大きくなる方向に直結し複合曲管としての曲がり角度が90°を越えるような場合も90°曲管の一体化長さを適用します。

Q10：不平均力の釣り合いを考えると一体化長さは下図のようになりますか？



A10：これは設計マニュアルの添付図5として取り上げられている例で、以下のような不平均力の釣り合いを考えているためご質問のとおりとなります。



ただし、不平均力の釣り合いを考えず、単に片側にT字管の一体化長さ、もう片側に45° 曲管の一体化長さを確保した下図の場合でも結構です。この場合は、より安全側の設計となります。

