

解説

曲線推進

難易度の高い曲線施工を完遂する SR推進管



ひとみ たかし
人見 隆

中川ヒューム管工業(株)
技術営業部副部長

1 はじめに

近年の推進工事は、長距離推進、急曲線推進など、より難易度の高い施工条件が増えてきている。それを可能にしているのは、多種多様な地盤に対応した掘進機の開発や測量技術の向上、さらには使用する管材の耐力の検証が可能になったことなどが上げられる。さらに強度の高い管材や曲線推進に適応させた管材等が開発されていることも追い風となっている。

ここで紹介するSR推進管は、曲線部における軸方向の検証を行い、その施工条件に適応した仕様の管を現場に提供している推進管である。

SR推進管では、1/2や1/3管(最大1/5管)といった短尺管が必要な場合は、予め可とう部を管本体に設置することにより、標準長さ(=2.43m)の管として一体化した形で製造している。したがって、SR推進管の可とう部には、任意の施工条件に応じた推進力伝達材を予め設置してコンクリートを打設することから、曲線部の軸方向検討結果を必ず反映させたものとなっている。

推進管の軸方向応力を検証し、推進力伝達材の仕様を選定することは、昨

今標準化されつつあるが、まだまだその必要性やコンクリートの許容圧縮応力度に対する理解が十分になされていないと思う。ここでは、SR推進管の推進力伝達材仕様の特長やその考え方、さらには昨今の課題等を施工事例を交えて紹介する。

2 SR推進管の 推進力伝達材の考え方

推進力伝達材の役割は、推進管端面の微少な不陸やジャッキ圧力による集中応力を緩和し、管の推進力伝達面をできる限り有効に活用することである。直線推進における管の軸方向耐力は、管の有効断面積に許容平均圧縮応力度(50N→13.0N/mm²、70N→17.5N/mm²、90N→22.5N/mm²)を乗じた値としている。

一方、曲線推進時における管の軸方向耐力は、推進力伝達材を上下に配置するなどして対応しているが、明確な管の耐力が示されていなかった。当時は、配置された推進力伝達材の面積と許容平均圧縮応力度等から推進耐力を判断するようなことも行われていた。

今日においては、曲線推進における管継手相互の断面各局部の応力度

を算出して、許容推進耐力を検証する方法がとられている。その際、コンクリートの許容圧縮応力度は、50N→25.0N/mm²、70N→35.0N/mm²($\sigma_c/2$)を上限とした値としていることから、許容平均圧縮応力度による場合より危険な手法ではないかと思われる方がいるかもしれないが、許容平均圧縮応力度に管の有効断面積を乗じるといったこれまでの考え方よりも実状にあった検証方法である。元々許容平均圧縮応力度は、ジャッキ加圧面背後の管の最大応力度が許容圧縮応力度($\sigma_c/2$)の時の平均応力度ということで、最大応力度の考え方に違いはない。

理論的には、曲線の線形に合わせ、推進力伝達材の厚さをくさび状に変化させれば、コンクリートの応力度は均等になるが、直線から曲線などに線形が変化する推進工事では、対応が困難で現実味がない。

SR推進管は、曲線部における管軸方向耐力の算定方法および推進力伝達材の配置方法が考慮された「曲線推進工法用鉄筋コンクリート管」として開発された管である。

SR推進管の軸方向耐力を向上させ

ている方法は、推進力伝達材の厚さを段階的に変化させ、同様に管端面も推進力伝達材に合わせて階段状に成形することで、推進力伝達材と管端面をフィットさせて効率よく推進力が伝達できることである。それは、鉄筋コンクリート管として、コンクリートの特性である圧縮性能を最大限引き出し、出来るだけ有効に利用しようという考えに基づいている。

コンクリートに生じる応力度は、推進力伝達材の圧縮応力度を求めることで算出することができる。推進力伝達材の圧縮変形量（図-1）が分かれば、その材料の応力歪み曲線から応力が求まることとなる。

2.1 コンクリートの応力度

推進管の管体に生じるコンクリートの軸方向圧縮応力度は、推進力伝達材を図-2の様に微小面積に細分割し、各部における推進力伝達材の圧縮率（図-1参照）からそれぞれの微小面積に生じている応力度を算定する。応力度が分かれば、その応力度と微小面積の積がその部分の推進力となり、各部の推進力の総和＝推進管に作用する推進力と考えることにより、任意の推進力に対する管体に生じる応力度の最大値を求めることができる。

2.2 SR推進管の応力分散

SR推進管に生じるコンクリートの軸方向圧縮応力度は、先に述べた様に各部の応力度と面積の積の合計で求められることから、推進力伝達材の厚さや材質（固さ）を変化させることにより、応力度の均等化と支圧面積の拡大を図り、推進耐力を向上させているので、特に高推進力に対しては有利なものとなっている。

図-3に推進力伝達材の配置方法の違いによる管に生じる圧縮応力度の分布例を示す。図に示す様に、推進力、曲線半径、管の長さ及び推進力伝達材

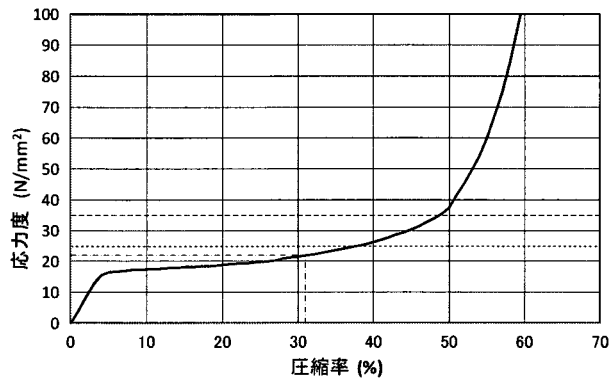


図-1 推進力伝達材の圧縮応力度

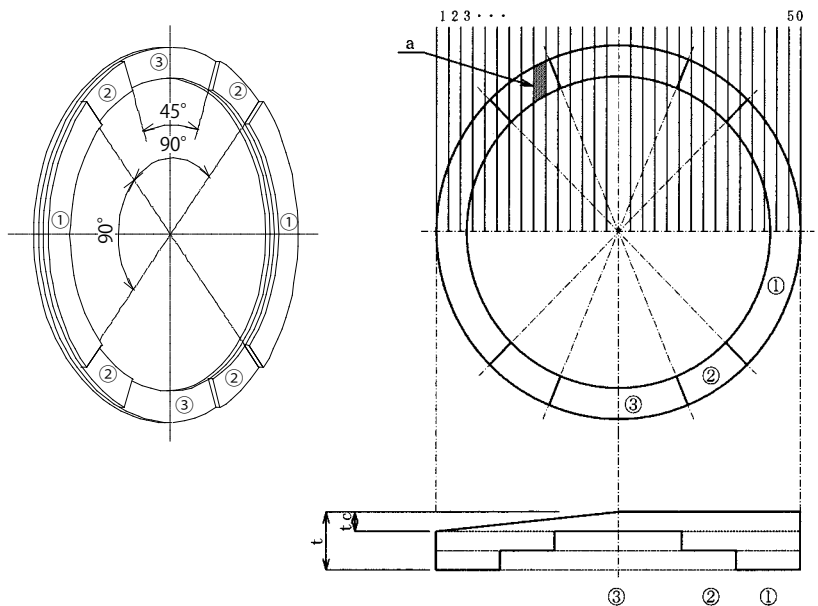


図-2 推進力伝達材の細分割の例

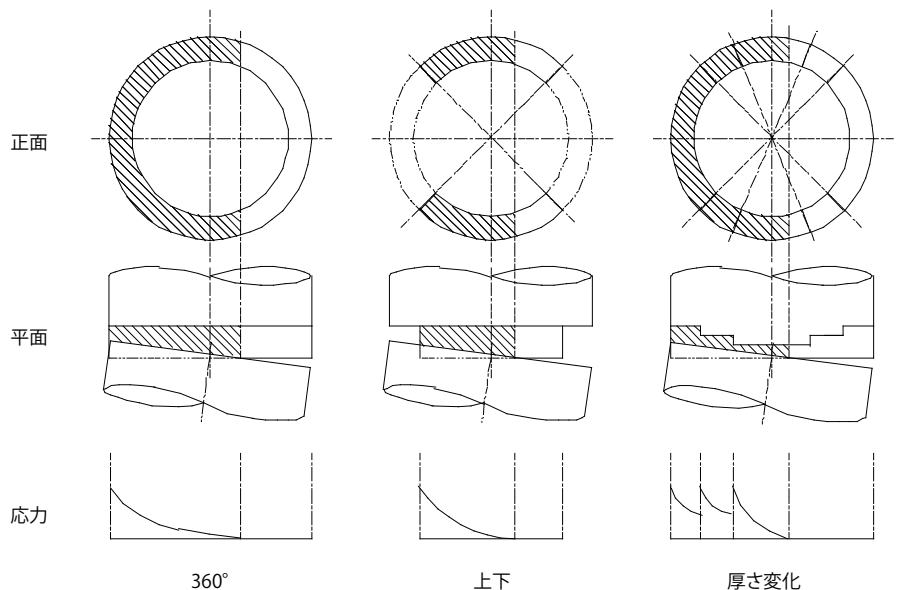


図-3 推進力伝達材の配置方法による応力度の分布