

解説

# 曲線推進

## 高耐荷力と高耐水圧対応の合成鋼管は、 鋼管にプレストレスを導入した コンクリートの複合構造



こやま のぶお  
小山 信夫  
日本ヒューム(株)  
製品営業部

### 1 はじめに

下水道は、人々の生活や事業活動に使われて汚水となった水をきれいにし、再び自然へ還したり、処理した水を工業用水などに利用するなど、水の循環の中で重要な役割を果たしています。

下水道に使用されている管の材料にはいろいろなものがあります。歴史的に見れば、古くは天然の材料を使用した材木や石積みから始まっているのではないかと思います。世界で最も古い下水道は古代インドのレンガ造りのものと言われています。コンクリート製の管は日本では明治時代に発明されたとなっています。現在では、製造技術や施工技術が研究開発され、下水道管に用いられる材料には、コンクリートをはじめ、鉄、塩ビ、セラミックなど

があります。遠心力製法による鉄筋コンクリート製の下水管は、大正時代の後期に遠心力製法が日本に導入され「ヒューム管」として今に至っています。ヒューム管は、当初、工業用水や農業用水等の導水管として使われたと言われていますが、現在では、主に、下水道用として使用されています。

管の仕様については、高外圧や内圧の作用するところでは通常のヒューム管では耐荷力が不足するために、プレストレスを導入して耐荷力を高めた管が使用されます。管体にプレストレスを導入した管には、ヒューム管にPC鋼線を巻き付けてプレストレスを導入したPC管と、鋼管内面に膨張性コンクリートを使用してプレストレスを導入した合成鋼管の二種類があります。

管路施工については、溝を掘削して

その中に管を並べて埋め戻す開削工法と、立坑を掘り、その中でトンネルを掘るように管の先頭の土砂を掘削しながら、管を後方からジャッキで押して施工を行う推進工法があり、施工条件に合わせ両工法が使い分けられています。

### 2 製品の概要、特長、仕様

#### 2.1 合成構造

合成鋼管は、膨張性コンクリートによるケミカルプレストレスが導入されているので、鋼管とプレストレスコンクリート管(PC管)の複合構造となっています。合成鋼管の特性としては断面剛性が極めて大きいためヒューム管と同様に不とう性管として取扱ってよく、鋼管や塩ビ管の場合ように管のたわみについて考慮する必要がありません。また、設計における取扱いにおいてもヒューム管と同様に、コンクリートにひび割れを生じさせないことを前提に考えているので、原則的にコンクリートが主体となります。管の断面設計は、図-1に示すようにひずみが分布するためコンクリートの曲げ引張強度で設計を行うことができます。

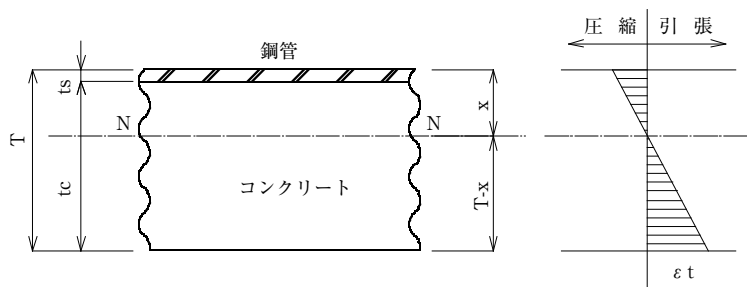


図-1 断面設計モデル

## 2.2 特長

### (1) 高耐荷力

拘束力の高い撓み性の鋼管と圧縮強度、引張強度および剛性の高いプレストレストコンクリートの複合構造であるため、断面剛性が非常に高いものとなっています。また、規格品では対応できないような高い耐荷力が必要な場合でも厚板の鋼管を使用して製造できるため、大深度の高内外圧に耐えられるような規格品外の構造とすることもできます。

### (2) 急曲線推進

ヒューム管を曲線敷設する場合の敷設半径の計算に用いられるパラメータには、継手の抜け出し長、製品長、管の外径の三つがあります。敷設半径は下式によって単純に算出できます。

$$R = \frac{\left(S' + \frac{L}{2}\right) \cdot \left(\frac{D}{2}\right)}{S'}$$

$$S = \tan \left\{ \frac{1}{2} \cdot \tan^{-1} \left( \frac{S}{D} \right) \right\} \cdot \left( \frac{D}{2} \right)$$

ここに、R：敷設半径、S：抜け出し長、L：製品長、D：管の外径

この計算式から解るように、敷設半径 (R) は製品長 (L) と管の外径 (D) に正比例し、抜け出し長 (S) に反比例しているのが分かります。管の径は流量から決まるので一般的には固定されます。したがって、急曲線を設計するときには、抜け出し長 (S) の大きなもの、また製品長 (L) の短いものを使用します。抜け出し長 (S) は下水道協会規格で、JA、JB、JCと決められており、それぞれ30mm、40mm、60mmとなっています。また製品長 (L) については、推進工法用鉄筋コンクリート管の規格では、標準管と半管 (1/2管) の2種類となっています。合成鋼管は、鋼管とプレストレストコンクリートの複合構造で、管

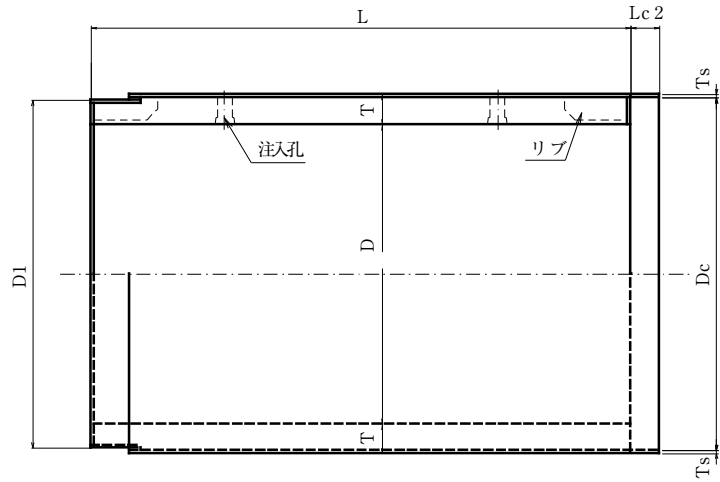


図-2 全体構造図

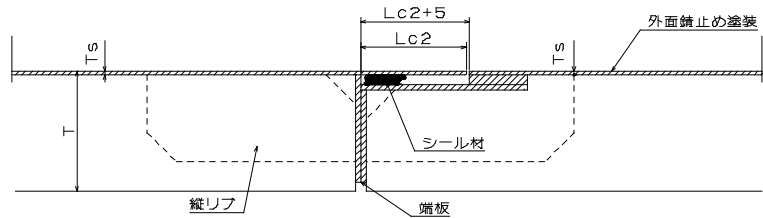


図-3 継手構造図

の端面は強固なリップで補強されており、カーブ推進のときに、端面に発生する予測不可能な局部応力に対応できる構造となっています。また、この局部応力は管が短くなるほど大きくなるのが知られています。合成鋼管は構造的に局部応力に強いことから製品長規格を、標準管、1/2管 (1200mm)、1/3管 (800mm)、1/4管 (600mm)、1/5管 (480mm)、1/6管 (400mm) とし、また抜け出し長の規格はJA、JB、JCとして、急曲線などの厳しい設計条件でも取捨選択し安全な管路設計ができるようになっています。

### (3) 高水圧

継手の水密性は、1.2MPaと0.6MPaの仕様があり、大深度における高水圧にも耐えることができます。

### (4) その他

その他の特長として、合成鋼管の構造から、継手の加工が容易であること

から他種の管の継手に合わせるができる。また、外郭が鋼製であるため礫層での推進施工が安心してできるなどの大きな特長があります。

## 2.3 仕様

管の種類は本体形状によって標準管、中押管S、Tに、コンクリートの圧縮強度によって50、70、90に、継手抜け出し性能によってJA、JB、JCに、また継手の水密性能から1.2、0.6と区分しています。

合成鋼管の全体構造図および継手構造図を図-2、3に示す。

## 3 研究・開発

合成鋼管は、歴史的には古く、既に昭和40年代初期に研究開発が行われています。

開発当時は、高耐荷力、高内圧に耐えられる管はPC管しかなく、構造的