

水輸送用鋼管の基礎知識－1

① 鋼管とは(材料／構造特性)

水輸送用鋼管の基礎知識と題し、本号から6回にわたり以下の内容を紹介します。

- ① 鋼管とは(材料／構造特性)
- ② 腐食と防食
- ③ 溶接接合
- ④ 電気防食
- ⑤ 劣化診断
- ⑥ 更新更生

1. 鋼管とは

鋼管とは、材料として「鋼(はがね)」を使用した管のことです。「鋼」は、英語では「steel」と書き、鉄(Fe)を主成分とする合金を指し、炭素の含有量が2%以下のものの総称です。一方、ダクタイル鋳鉄管の鋳鉄は、炭素の含有量が約2～7%含まれたもので、ダクタイル鋳鉄管も鋼管も同じ鉄合金の管です。

2. 炭素の含有量の違いによる影響

同じ鉄合金である鋼管とダクタイル鋳鉄管でも、炭素の含有量が異なるとどのような違いがあるのでしょうか。

材料に含まれる炭素量が多いと、硬く、強くなりますが、延性や靱性が減少して脆(もろ)くなります。一方、炭素量が少ないと延性や靱性に富み、柔らかくしなやかになります。

ここでは、日本工業規格(JIS)に記載されている鋼管(水輸送用塗覆装鋼管)とダクタイル鋳鉄管の引張強度と伸び性能を表-1に示します。前述の通り、炭素の含有量が高いダクタイル鋳鉄管は、引張強度は高くなりますが、伸び性能は鋼管が高くなっています。

表-1 引張強度・伸び性能の比較

管 種	水輸送用塗覆装鋼管(JISG3443)	ダクタイル鋳鉄管(JISG5526)
引張強さ	400Nmm ² 以上	420N/mm ² 以上
伸 び	18%以上	10%以上

3. 材料特性

次に「鋼」の材料特性を図-1に示します。

鋼は初期の状態から荷重を加えていくとゴムやパネのように加えた力に比例して変形し、除荷すると元の

形に戻る挙動を示します。この領域を弾性域と呼びます。さらに荷重を加え続けるとある点から除荷しても元の形には戻らず、永久変形が残ります。この領域を塑性域と呼びます。

この塑性域に入った②のときに、加えていた荷重を除荷すると③の位置に弾性変形分は元に戻り、塑性域での変形だけが残ります。ただし一度、塑性変形した材料でも、再度荷重を加えると、当初と同じように弾性変形、塑性変形の挙動を示します。この特性を活かして工業製品が作られています。

なお、塑性域に入った鋼に、さらに荷重を加えつづけると約20～30%程度伸びたところで最終的に破断します。

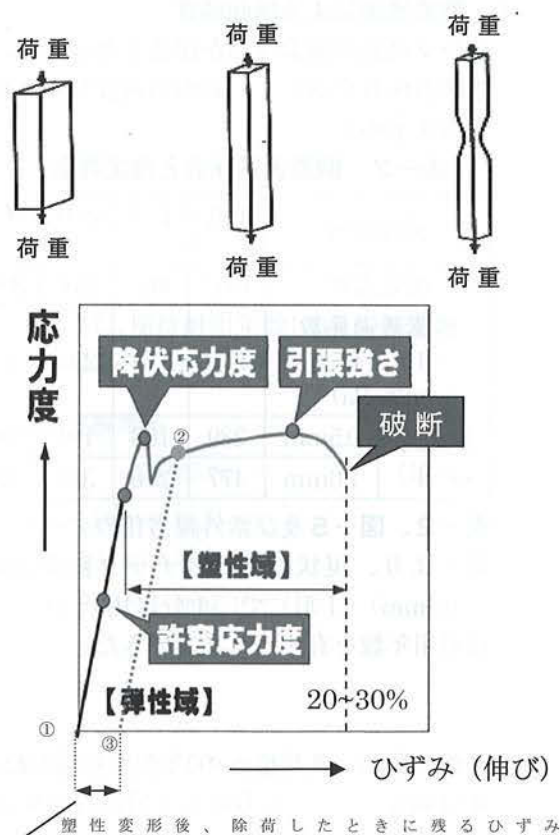
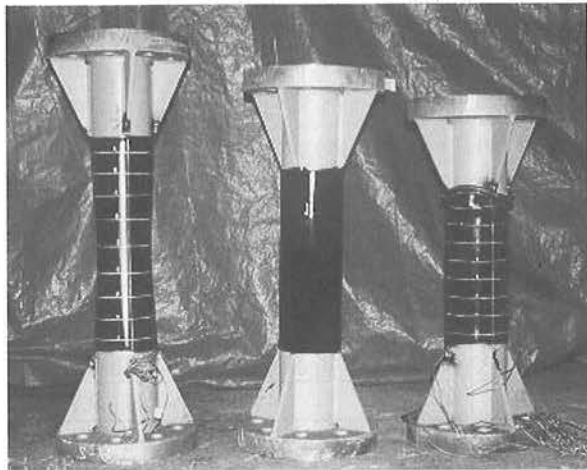


図-1 鋼の応力-ひずみ

この鋼の材料特性は、鋼管でもそのまま発揮されます。日本水道鋼管協会では、鋼管としての材料特性と、水輸送用鋼管としての性能を検証するため、塗装を施した鋼管を用いて、引張、圧縮試験を実施し、20%の引張に対して、5%の圧縮に対して、破断やクラック

の発生がないことを確認しました。このように大きな変形を受け、永久変形が残った状態でも通水機能を確保できる材料と考えています。



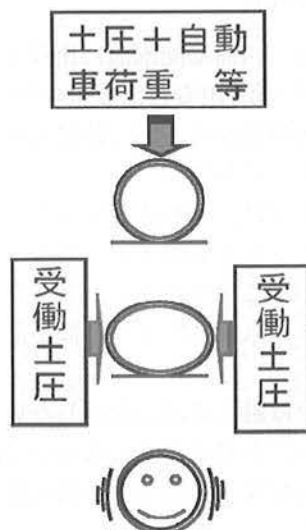
写－1 左:20%引張, 中:当初, 右:5%圧縮

このように鋼を材料とする鋼管は、①高強度:大きな外力にも耐える。②高延性:大きな変形にも破断しない。③高靱性:衝撃力に対しても割れない。優れた性能を有する管材です。

4. 鋼管の構造特性

鋼管は、ダクタイル鋳鉄管と同じ「とう性管」に分類されます。「とう性管」とは、撓(わた)み性のある管のことです。

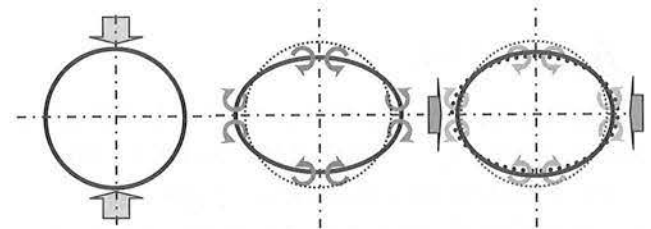
円環は上下方向からの荷重を受けると、水平方向に偏平し、天と地の部分には、外から内向きの曲げモーメント(外縁が圧縮、内縁が引張)が発生し、左右の側面部には内から外への曲げモーメント(内縁が圧縮、外縁が引張)が発生します。



図－2 とう性管のイメージ

埋設管の場合、土圧、自動車荷重などの上部からの荷重に対し管底部の支持力(反力)で吊り合います。

このとき鋼管は、水平方向にたわみを生じ、管側面の受働土圧(押し戻そうとする土圧)を受け、管体が発生する曲げモーメントを小さくすることができます。すなわち、水平方向の変形を側方の土が押し戻し、管の負担を軽減する管材です。



図－3 上下方向荷重に対する発生曲げモーメントのイメージ

5. 他管種との違い

前期のとおり「とう性管」には鋼管以外の管種もあります。では、それら他管種と鋼管の違いはどこにあるのでしょうか。

違いは、接合方法にあります。鋼管は溶接接合によって管と管を接続します。そのため、継ぎ手部が管体と同等の性能(強度、伸縮性、水密性)を有する「一体構造管路」を構築することができます。

フランジ継ぎ手やダクタイル鋳鉄管のように1本1本の管を機械的に接合した管路は、地震時の挙動に対し継ぎ手部の伸び、縮み、屈曲性能で地盤の動きに追従しますが、鋼管は管路全体の伸縮、曲げ性能で追従することができます。そのため、前述した材料特性と相まって、万が一の状況においても、通水機能を確保することができる管材です。



橋台部、支持金物の破損で落橋した水管橋ですが、このような状況でも管体部に亀裂クラックの発生はありませんでした。

今回は、腐食と防食について紹介します。