

# 鋼管のそこが知りたい！Q & Aコーナー

## Q. 鋼管路の不平均力について教えてください。

### A1 不平均力に対する鋼管路の考え方

水道管路の曲管部には、水圧による不平均力及び水流による遠心力が外向きに作用するため、この不平均力等による管の移動や継手部の離脱・漏水を防ぐ対策としてコンクリート等による防護工が必要となる場合があります。鋼管路は、溶接接合により管路が一体化されており、鋼管の弾性力と地盤の拘束力により、水圧による不平均力を吸収できるため、防護工など特別な対策の必要がありません。

ただし、曲管部近傍に弁や伸縮可撓管を設置する場合には、管路の一体性を保つために、曲管部から十分離れた位置にそれらを設置するよう注意が必要です。

### A2 不平均力の計算

一般の水道管路では、流速が比較的小さいため、動水圧による遠心力は水圧による不平均力に比べて非常に小さく、無視することができます。

したがって、曲管部に外向きに働く水圧による不平均力は、次式で与えられます。

$$P = 2 \cdot p_a \cdot A \cdot \sin \theta$$

- P : 不平均力 (kN)
- $p_a$  : 管内水圧 (kN/m<sup>2</sup>)  
(静水圧 + 水撃圧)
- A : 管内断面積 (m<sup>2</sup>)
- $\theta$  : 曲がり角度 (°)

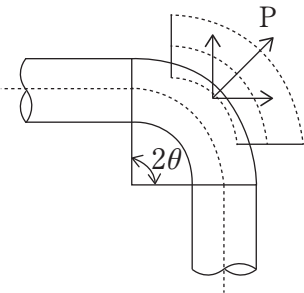


図-1 曲管部不平均力の考え方

### A3 有効長の計算

曲管部近傍に弁や伸縮継手を設置する場合は、不平均力に対して、抵抗する要素である地盤反力及び摩擦力が管に作用する有効範囲（有効長）を計算し、外力による有効長（ $l_1$ ）及び摩擦力による有効長（ $l_2$ ）のいずれか大きい有効長の範囲内には設置しないよう設計します。

外力による有効長（ $l_1$ ）及び摩擦力による有効長（ $l_2$ ）を次式に示します。

$$l_1 = \frac{\pi}{\beta} \quad l_2 = \frac{P_2}{\mu \cdot \gamma \cdot H_0 \cdot \pi \cdot D_0}$$

$$\alpha = A_s \cdot E \cdot \mu \cdot \gamma \cdot H_0 \cdot \pi \quad \beta = \sqrt[4]{\frac{D_0 \cdot K}{4 \cdot E \cdot I}}$$

$$P_2 = -\frac{\alpha \cdot \beta}{K} \tan^2 \theta + \sqrt{\left(\frac{\alpha \cdot \beta}{K} \tan^2 \theta\right)^2 + \frac{\alpha \cdot \beta \cdot P \cdot \tan \theta}{K \cdot \cos \theta}}$$

- $D_0$  : 管外径 (m)
- $K$  : 地盤反力係数 (kN/m<sup>2</sup>)
- $E$  : 鋼のヤング率 (kN/m<sup>2</sup>)
- $I$  : 管の断面 2 次モーメント (m<sup>4</sup>)
- $A_s$  : 管の実断面積 (m<sup>2</sup>)
- $\mu$  : 管と土との摩擦係数
- $\gamma$  : 土の単位体積重量 (kN/m<sup>3</sup>)
- $H_0$  : 管中心線までの土被り (m)
- $\theta$  : 曲がり角度 (°)

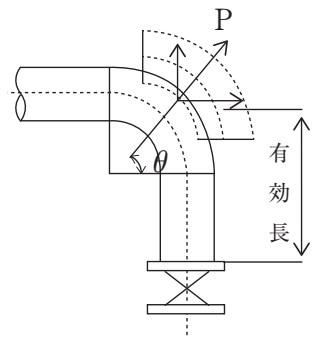


図-2 鋼管路の曲部の有効長

### A4 離脱防止機能

有効長範囲内には、弁、伸縮可撓管などを設置しないことが望ましいですが、やむを得ず設置する場合、以下の対策が必要となります。

- ① 伸縮可撓管の場合、離脱防止機能を装着
- ② 弁および①が困難な場合、曲管部に防護工を設置

伸縮可撓管の離脱防止機能には、タイロッド方式およびストッパー方式がありますが、不平均力に対抗する離脱防止機能がタイロッド方式であり、設計圧力に基づいて、仕様を決定する必要があります。

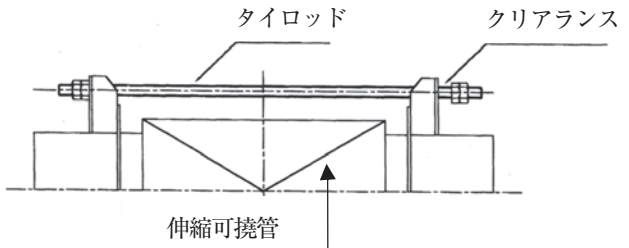


図-3 タイロッド方式