

V-53

レジンコンクリート巻推進用鋼管の特性

住友金属工業(株) 正会員 笠井 隆司

住金鋼管工事(株) 白神 嘉信

1. はじめに

現在、ガス・水道・石油等の埋設鋼管には、土壤中での防食性能が優れたポリエチレン被覆鋼管が使用されている。しかし、非開削の推進工事事部では、推進時の被覆の耐損傷性の問題から、このポリエチレン被覆鋼管をそのまま使用することはできず、何らかの被覆損傷防止対策が必要である。今回開発したレジンコンクリート巻推進用鋼管（以下REC鋼管）は、このポリエチレン被覆鋼管をレジンコンクリート（以下REC）で巻き込むことにより、推進時の被覆の損傷を防止できる推進用鋼管である。本稿では、このREC鋼管の特性を、その性能確認実験結果をベースとして報告する。

2. REC鋼管の構造と特徴

REC鋼管は、100A～400Aの小口径管を対象として開発された推進用鋼管で、その本体および現地接合部の構造・寸法はそれぞれ図-1、図-2に示す通りである。このREC鋼管の主な特徴は以下の通りである。

- ① ポリエチレンとレジンコンクリート（REC）との付着力が強くRECの剝離・脱落がない。
- ② RECは物理的強度が大きく、推進中の耐損傷性に優れている。
- ③ 現地接合部は、REC製セグメントを接着することにより、容易に本体同等のガス本管防護が可能である。

また、表-1にRECの基本物性を示す。

表-1 RECの基本物性

主要特性	試験片	試験値
圧縮強度	7.5φ×15 (cm)	1200 (kg/cm ²)
曲げ強度	6×6×24 (φ)	299 (φ)
割裂強度	10φ×20 (φ)	146 (φ)
弾性係数	7.5φ×15 (φ)	2.46×10 ⁴ (φ)

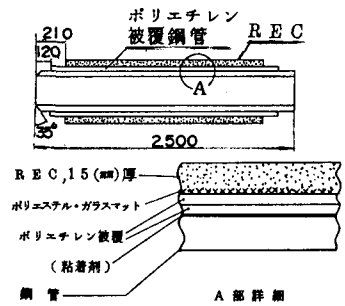


図-1 REC鋼管の構造

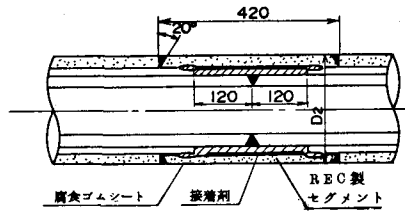


図-2 現地接合部の構造

3. 性能確認実験結果

(1) 耐ズレ性能

REC鋼管は図-1のような重層構造となっているため、推進時に作用する周面摩擦力により、この各層間で有害なズレが発生しないことを確かめる必要がある。このREC鋼管のズレは、主として粘着部で生じるものであり、雰囲気温度にも影響される。しかし、図-3に示すように、このズレ量は大変微小であり、また除荷すればズレは元に戻ることが確認された。

通常の推進で使用される場合、周面摩擦力は高々2～4TON/m²であり、この程度の範囲内ではREC鋼管のズレは実質上まったく問題とならない。

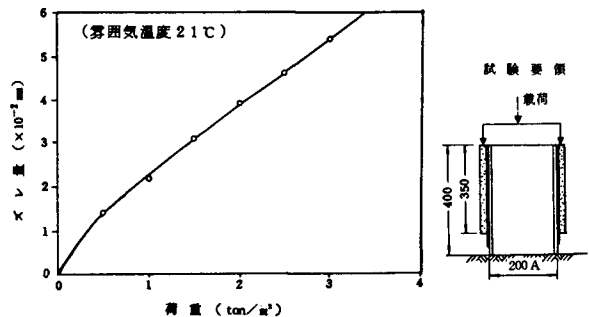


図-3 耐ズレ性能

(2) 耐偏平性能

この性能実験は R E C 鋼管に土圧等の荷重が作用し管が偏平した時の R E C と鋼管本体との一体化を確認するために実施した。実験は図-4 に示す方法とし、R E C にクラックが発生するまで載荷した。その結果、R E C は、クラックが発生するまでは鋼管に密着して偏平することが確認された。また、R E C 鋼管は、裸管に比べ約 2 ～ 3 倍の偏平に対する曲げ剛性を示している。これは、裸管の曲げ剛性に R E C 管の曲げ剛性をプラスした値とほぼ一致する。よって、R E C 鋼管の断面変形計算時の曲げ剛性は次式を使用できる。

$$EI = ES IS + ER IR \quad \text{式-1}$$

ただし、 $ES IS$ および $ER IR$ はそれぞれ鋼板、R E C 板の単位長さ当りの曲げ剛性。

(3) 耐曲げ性能

小口径管の推進では、特に先端抵抗が大きい場合、推進管の土中での長柱座屈に対する安全性も考慮する必要がある。この性能実験では、R E C 鋼管の座屈荷重を求めるために必要な曲げ剛性を、図-5 のように荷重～変位量の関係から求めた。図-5 には、R E C 厚 3.1.9, 14.4 mm の R E C 鋼管および裸管の実測値と、式-2～式-4 により断面のつり合い式から求めた計算値を示している。

クラック発生前の曲げ剛性 (EI)。

$$(EI)_0 = \frac{M}{\phi} = \pi (ES r_s^3 t_s + ER r_R^2 t_R) \quad \text{式-2}$$

クラック発生曲げモーメント M_C

$$M_C = \pi \cdot \frac{\sigma_{RT \max}}{r_R} \cdot \left(\frac{ES}{ER} r_s^3 t_s + r_R^3 t_R \right) \quad \text{式-3}$$

クラック発生後の曲げ剛性 (EI)。

$$(EI)_C = \pi ES r_s t_s (2a^2 + r_s^2) + ER r_R t_R \left\{ (2a^2 + r_R^2) \left(\frac{\pi}{2} - a \right) + \frac{r_R^2}{2} \sin 2a - 4a r_R \cos a \right\} \quad \text{式-4}$$

ただし、 ES , r_s , t_s および ER , r_R , t_R それぞれ鋼管、R E C のヤング率、中心半径、肉厚、 $\sigma_{RT \max}$ は R E C の引張強度である。図-5 に示すように、実測値と計算値は大変良く一致している。

式-2 より、図-1 に示す R E C 厚 15 mm の R E C 鋼管は、100 A ～ 400 A の各サイズにおいて、裸管の 1.73 ～ 1.30 倍の曲げ剛性を有することが計算される。

4. おわりに

今回開発した R E C 鋼管は、各種性能確認実験より、推進用鋼管として優れた性能を有することが確認された。今後は、現場使用方法も含めて、R E C 鋼管による推進工法の現場導入・定着化を促進したい。

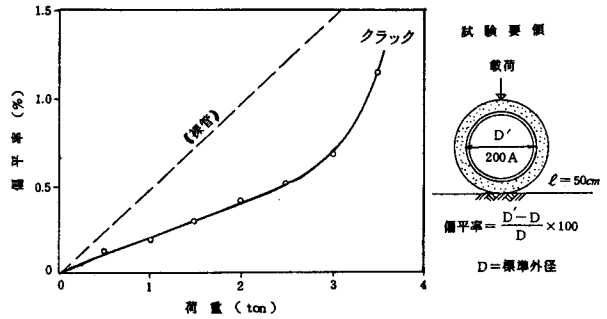


図-4 耐偏平性能

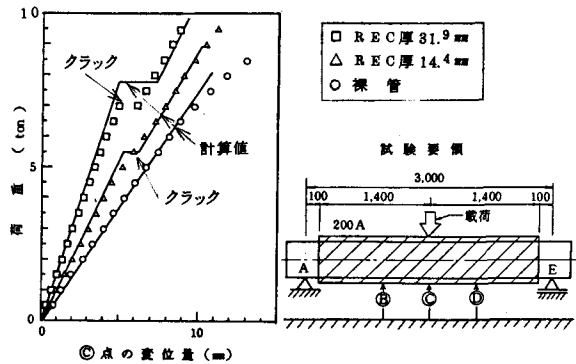


図-5 耐曲げ性能

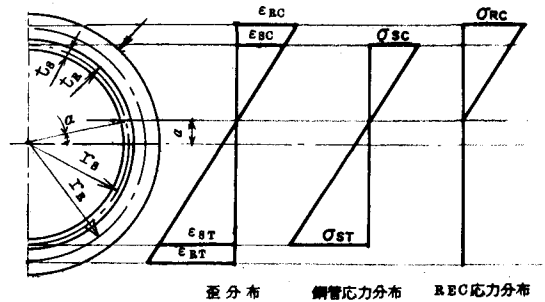


図-6 クラック発生後の応力分布