

電力用マンホール補強工法の開発

中部電力(株)	正会員	○川邊 史
中部電力(株)	非会員	森本 希
(株)シーテック	非会員	坂崎 正彦
東海コンサルタント(株)	非会員	笠原 康雄

1. まえがき

地中送電線布設においては、管路・マンホールを築造し、そこにケーブルを布設する方式が主流である。中部電力では、昭和5年からマンホールの建設を始めており、古いマンホールを多く保有している。中でも昭和35年以前に建設された経年マンホールは、設計耐荷重が小さく、昨今の車両の大型化に伴い強度不足が懸念されており、安価なマンホール補強工法が求められていた。

そこで今回、経年マンホールの弱点のみを補強する簡易なマンホール補強工法（カーボン・レジン工法）を開発したので報告する。

2. カーボン・レジン工法の概要

図1の標準的な経年マンホールの発生応力を分析すると、上床版の中央部と端部にて大きな応力が生じている。そのため、上床版の中央部と端部のみを補強すれば経年マンホール耐荷重の向上が期待できる。

そこで、経年マンホールの弱点のみを補強するカーボン・レジン工法を開発した。その概要を図2に示す。上床版の中央部に炭素繊維成型板（以下、CFRP板）を貼り付け、上床版の端部にレジンコンクリートブロック（以下、レジンプロック）を貼り付けるだけの簡易な工法である。

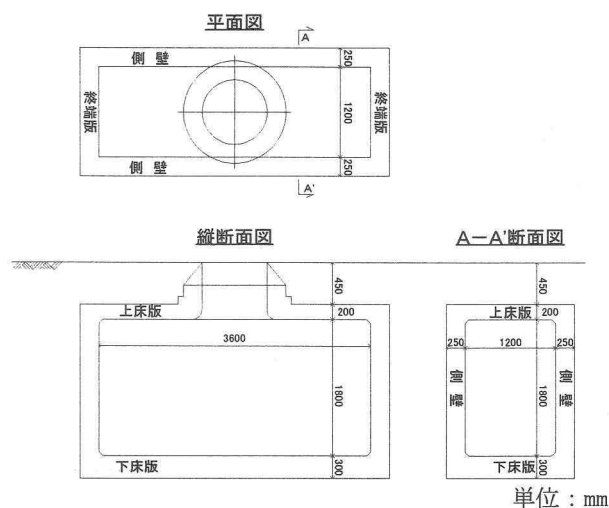


図1 標準的な経年マンホール概要

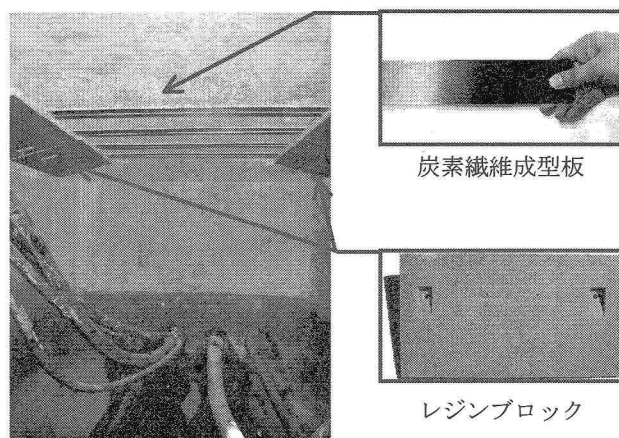


図2 カーボン・レジン工法の概要

3. 炭素繊維成型板による補強効果検証

炭素繊維成型板による補強前後のコンクリートに生じる引張応力度の計算式を以下に示す。

補強前

$$\sigma_t = \frac{M}{Bh^2} - \frac{N}{Bh}$$

補強後

$$\sigma'_t = \frac{M - \frac{h}{6}N}{\frac{Bh^2}{6} + \frac{2}{3} \frac{E_{cf}}{E_c} h A_{cf}}$$

M	: 曲げモーメント (N・mm)
N	: 軸力 (N)
h	: 上床版厚 (mm)
B	: 計算断面幅 (mm)
E_{cf}	: 炭素繊維の弾性係数 (kN/mm ²)
E_c	: コンクリートの弾性係数 (kN/mm ²)
A_{cf}	: 炭素繊維断面積 (mm ²)
σ_t	: 引張応力度(補強前) (N/mm ²)
σ'_t	: " (補強後) (N/mm ²)

上式から、CFRP板によるコンクリートの耐荷重向上効果を求めることができる。JIS A 1106:1999「コンクリートの曲げ強度試験方法」に準じて、図3に示す破壊試験を実施し、効果を確認した。CFRP板は、厚さ1mmと2mmの2種類にて試験を実施した。また、貼り付け形態を変化させた場合についても試験を実施した。その結果を表1に示す。計算値と実測値がよく一致しており、補強の定量的効果が確認できた。

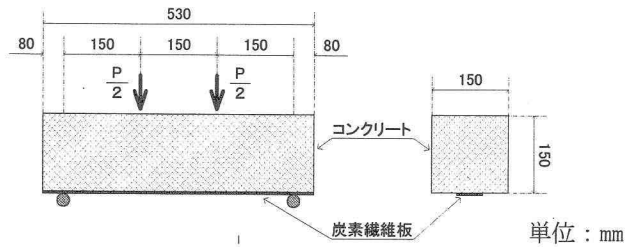


図3 曲げ試験概要

表1 クラック発生荷重(kN)

補強形態	計算値	実測値	形 態
な し	—	29.67	150mm
1mm厚×1枚	33.09	32.00	
2mm厚×1枚	36.65	37.33	
2mm厚×2枚	43.64	41.33	
2mm厚×3枚	50.50	52.00	

50mm

4. レジンブロックによる補強効果検証

レジンブロックの貼り付けにより、上床版端部の壁厚が増すため、上床版端部の強度が向上する。また、曲げモーメント分布が変化するため、上床版中央部の曲げモーメントが低減する。その効果を検証するため、図4に示すマンホール実物大の供試体にて実証試験を実施した。合わせて、CFRP板の実機に対する効果についても評価した。試験は上床版中央部にCFRP板を貼り付け、端部にレジンブロックを貼り付けた供試体にて破断荷重を測定した。その結果を表2に示す。中央部はCFRP板およびレジンブロックにより破断荷重が32%向上し、計算とよく一致している。端部は、計算上破断荷重が2倍となるが、先に他の部位が破断したため測定できなかった。そこで、図5に示す載荷荷重と引張応力度との関係で評価を行った。同じ引張応力度を生じる載荷荷重が約2倍になっており、計算通りの効果を示していることが分かる。

表2-1 中央部クラック発生荷重(kN)

	設計値	実測値
無補強	—	62.5
補強後	85.6	82.5

表2-2 端部破断荷重(kN)

	設計値	実測値
無補強	—	97.5
補強後	195.0	125.0※

※他部位にて破断

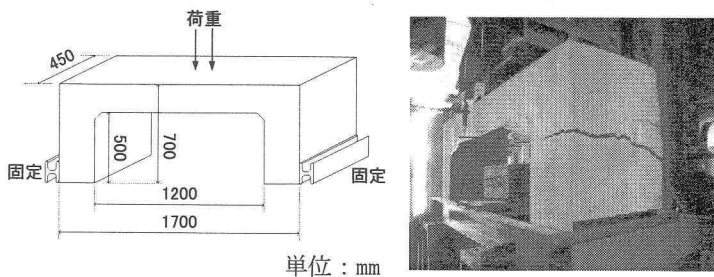


図4 実証試験概要

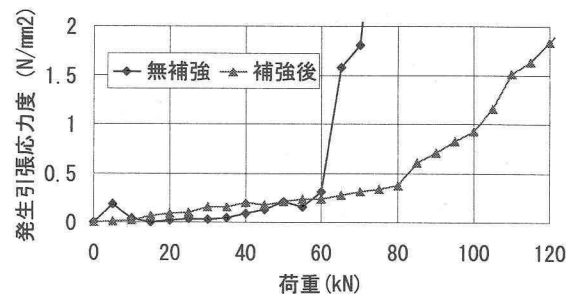


図5 端部の発生引張応力度

5. 結論

開発したカーボン・レジン工法が、経年マンホールの補強に有用であることを検証した。カーボン・レジン工法は、補強材料が軽く施工性がよいという特徴がある。また、他の補強工法に比べて施工期間が短く、工事費が安価である。

今後、点検にて強度不足と判明した経年マンホールに対しては、カーボン・レジン工法による補強を実施していく。