

新技術調査表 (1)

登録番号		2023003					
名称	FRP シップ工法		作成年月日	2024年 3月 8日			
			更新年月日	年 月 日			
副題	照明灯ポール等の鋼管柱の補修工法		開発年月日	2017年 3月 17日			
分野	①共通 ②工法 ③製品 ④機械 ⑤その他	2道路 3公園 4河川 5海岸 6砂防 7その他	区分	大分類	特記項目		
				共通資材		寸法：円形φ101.6～φ355.6mm 角形□100～□250mm	
開発者等	開発会社	会社等名	株式会社トッププランニングJAPAN		担当部署	メンテナンス事業部	
		担当者名	菱田 親		TEL	03-3660-7720	
	提案会社兼問い合わせ先	会社等名	株式会社UDC		担当部署		
		担当者名	崎山 正一	〒	101-0047	TEL	03-5577-5444
		住所	東京都千代田区内神田3丁目16-4吉田ビル4F		FAX	03-5209-5212	
	ホームページ	https://udc.jp/index.php/bousai/		e-mail	sakiyama@cns-inc.jp		

【概要】

FRPシップ工法とは、根入れ部で老朽・腐食した鋼管の照明柱を補修により更生する技術です。アラミド繊維シートを鋼管柱の開口部から挿入して内面に貼り付け、シート内部にモルタルを充填することで、強度を向上させる複合一体型の補強工法です。

【特徴】

1. 補強部の耐久性が向上
2. 補強部の施工性が向上
3. 施工時に発生する廃棄物を削減

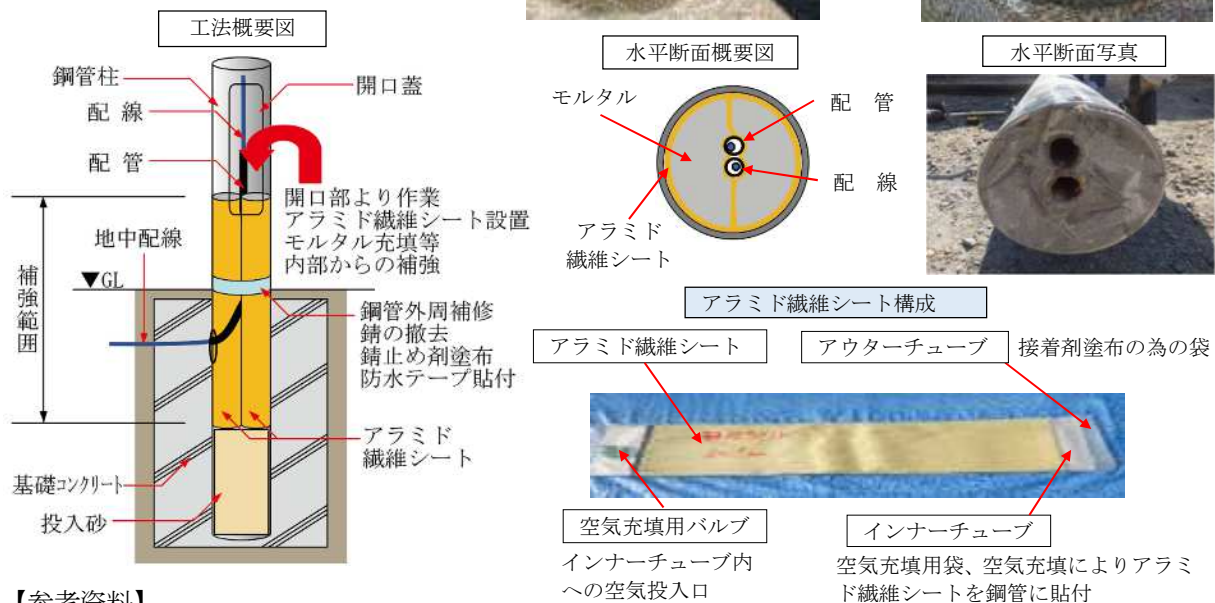
施工前：根入れ部で劣化した鋼管柱



施工後：補強した鋼管柱



【FRPシップ工法 概要】



【参考資料】

「FRPシップ工法施工マニュアル・鋼管インナー補強工法の補強効果検証・FRPシップ工法の寿命推定・ネカセ及びケーブル対応型施工説明書・鋼管柱の曲げ強度試験報告書」(株式会社トッププランニングJAPAN)
「照明用ポール強度計算基準JIL1003:2009」(一般社団法人日本照明工業会)

新技術調査表（2）

キーワード	① 安全・安心 ② 環境 ③ ゆとりと福祉 ④ コスト縮減・生産性の向上 5 公共工事の品質確保・向上 ⑥ リサイクル ⑦ 景観
	自由記入 街路灯、鋼管補修、倒壊防止、災害対策、劣化防止
開発目標 (選択)	① 省人化 ② 省力化 ③ 作業効率向上 ④ 施工精度向上 ⑤ 耐久性向上 ⑥ 安全性向上 ⑦ 作業環境の向上 ⑧ 周辺環境への影響抑制 ⑨ 地球環境への影響抑制 10. 省資源・省エネルギー 11 出来ばえの向上 ⑫ リサイクル性向上 13. その他
従来技術との比較	従来技術の材料名・工法名：コンクリート外巻き工法 1 工程【①短縮（77%） ②同程度 ③増加（%）】（掘削・基礎破碎不要） 2 省人化【①向上（80%） ②同程度 ③低下（%）】（型枠撤去作業不要） 3 経済性【①向上（%） ②同程度 ③低下（75%）】（ 4 施工管理【①向上 ②同程度 ③低下】（ 5 安全性【①向上 ②同程度 ③低下】（ 6 施工性【①向上 ②同程度 ③低下】（鉄筋工・アンカー工不要） 7 環境【①向上 ②同程度 ③低下】（施工時の廃材ほぼなし） 8 汎用性【①向上 ②同程度 ③低下】（ 9 品質【①向上 ②同程度 ③低下】（ 10 その他（

【歩掛り表】 標準 ・ **暫定**

工事費（施工単価）は令和5年度 東京都工事設計単価表、材料費は「建設物価」を適用

【施工単価等】 ※補修対象鋼管1基あたり

比較項目		従来技術（コンクリート外巻き工法）					FRPシンプ工法					効果	
		11.11時間 4.5人					2.52時間 0.9人						
経済性	材料費	仕様	数量	単位	単価	金額	仕様	数量	単位	単価	金額	-163%	
		錆止め塗料	1	セット	1,150	1,150	アラミド補強パック	2	セット	140,300	280,600		
	アンカー・鉄筋	8	本	687	5,496	モルタル	1.2	袋	6,300	7,560			
	モルタル	1	袋	8,000	8,000	砂	1.8	袋	400	720			
	型枠（ポイド管）	1	セット	10,500	10,500	錆止め補修材	1	セット	1,150	1,150			
						防水シリコンシート	1	セット	4,300	4,300			
	小計					23,143	小計						229,070
	工事費	一般世話役	1.5	人	23,900	43,350	一般世話役	0.3	人	23,900	8,670		
		特殊作業員	1.5	人	26,700	40,050	特殊作業員	0.3	人	26,700	8,010		
		普通作業員	1.5	人	23,900	35,850	普通作業員	0.3	人	23,900	7,170		
小計					119,250	小計					29,850		
設備費他	運搬車	1.5	台	78,000	117,000	運搬車	0.3	台	78,000	4,800	-75%		
	発電機	1.5	台	3,000	4,500	発電機	0.3	台	3,000	900			
	ハンマードリル	1	台	1,500	1,500	バキュームポンプ	0.3	台	1,500	450			
	振動ドリル	1	台	1,200	1,200	調査用カメラ	0.3	台	2,100	630			
	ハンダミキサー	1	台	900	900	小型コンプレッサー	0.3	台	2,700	1,350			
	工具類	1.5	式	900	1,350	ハンダミキサー	0.3	台	1,200	360			
	産廃処分	1	式	10,000	10,000	工具類	0.3	式	300	270			
	小計					43,450	小計					9,060	
材工共					185,843	材工共					325,980		

【施工上・使用上の留意点】

- ・ 開口蓋がない照明柱の場合、適用不可
- ・ 適用可能鋼管サイズ 円形鋼管：Φ101.6mm～Φ355.6mm 角形鋼管：100×100mm～250×250mm
- ・ 適用可能基礎 土中式基礎：全対応 ベースプレート式基礎：GLからベースプレートまで250mm以上の間隔必要
- ・ アラミド繊維シートに塗付された接着剤 変性アクリル樹脂（含浸タイプ）

本工法は、アラミド繊維シートと鋼管内面との接着により機能を確保しております。3ページで示した
 載荷試験の数値は、新品鋼管を使用した場合の数値です。鋼管内面に泥や錆を有する場合、その付着状況
 によりシートの接着力が低下して、この数値を下回ることがありますが、新品鋼管以上の耐久性が確認で
 きております（状況に応じ、施工前に鋼管内の泥や錆を除去します）。

- ・ 本工法の施工の際、開発会社が現場での説明等無償でサポート
- ・ 保証 補強部に变形（折損・倒壊）や瑕疵（施工不良）があった場合、開発会社が無償で保証（期間1年間）
 無償保証期間終了後は、開発会社が概ね1年毎（推奨）に有償で点検・処理を実施することで、10年程度
 の安全性を保障

新技術調査表 (3)

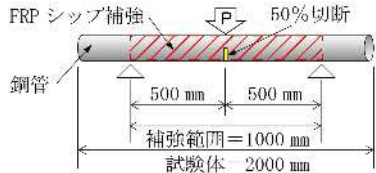
1. 補強部の耐久性が向上

根入れ部で老朽・腐食した鋼管柱の補修・補強において、FRP シップ工法により耐久性が向上します。

(1) 鋼管曲げ試験

補強部の強度について、新品鋼管(試験体-A)、新品鋼管を引張側の円周 1/2 を切断(試験体-B)、試験体-B を FRP シップ工法で補強したもの(試験体-C)について、それぞれ曲げ試験を行いました。その結果、新品鋼管の 1.36 倍の強度となりました。また、従来技術のコンクリート外巻き工法(計算値)と比べても 1.2 倍の強度となりました(図-1、表-1)。

【図-1】鋼管曲げ試験



鋼管曲げ試験概要：延長2,000mm、補強範囲1,000mmの試験体(鋼管外径φ165.2mm厚さ5mm長さ2.0m)について、圧縮試験機を使用し荷重速度を2mm/minとして、中央点荷法による3点曲げ試験を行い、破壊荷重の測定を行いました。

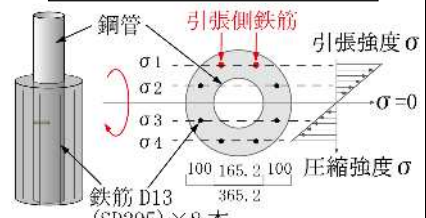


【表-1】鋼管曲げ試験結果とコンクリート外巻き工法との比較

比較項目	破壊荷重
新品鋼管 (試験体A)	133.5kN
鋼管を引張側の円周1/2切断 (試験体B)	51.6kN
FRPシップ工法 (試験体C)	182.6kN
コンクリート外巻き工法※ (計算値D)	152.0kN

強度比較結果	
比較対象	効果
B : A	38.6%
C : A	136.7%
C : D	120.0%

コンクリート外巻き工法略図



※コンクリート外巻き工法の破壊荷重は、以下の引張強度の数値にて計算しました。

コンクリート断面積：182.6×182.6×3.14 - 82.6×82.6×3.14→83272.8mm²

コンクリート設計基準強度：18N/mm² 引張強度は1/10→1.8N/mm²×83272.8mm²=149.89kN

鉄筋 D13 引張強度：コンクリート外巻き工法略図から引張応力が発生する鉄筋は、全 8 本中(破線上の点)のσ1(2本:赤点)とσ2(2本:黒点)となり、σ3・σ4(4本:黒点)は圧縮強度のみ発生、各鉄筋引張強度は設置位置によりσ1>σ2、σ3=0、σ4=0

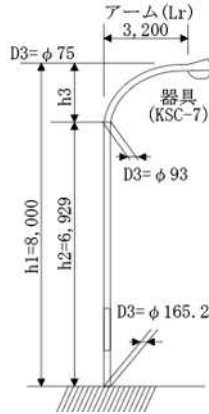
600N/mm²(鉄筋引張強度)×断面積126.7mm²×2本(σ1)=152.04kN コンクリート強度149.89kN < 鉄筋強度152.04kN

(2) 照明用ポール強度計算基準との比較

FRPシップ工法の強度(【表-1】試験体-C)について、強度設計基準(設計耐荷重風速60m/s)に基づく設計荷重との比較を行いました。その結果、FRPシップ工法の強度は、設計荷重の2.7倍となりました。

■設計条件 規格・寸法

空気密度 (p)	1.23N・s/m ²
設計風速 (V)	60m/s
風力係数 (C)	0.7
受圧面積(A) : 風力係数(C)	器具:C1 0.25m ² :0.7 支柱:Cp 1.215m ² :0.7 7-A :Cp 0.269m ² :0.7
地際部の外径 D1	0.167
直線部の外径 D2	0.093
アームの外径 D3	0.075
h1	8.000m
支柱高(h)	h2 6.929m h3 1.071m
アームの長さ(Lr)	3.200m
ポールのテーパ率 α	1/100



照明柱の強度計算基準JIL1003より

■速度圧 (q)=1/2・空気密度(p)・風速(V²)=1/2×1.23×60²= 2214N/m²

■照明器具の風荷重 (P0)=器具風力係数(C1)・q・器具受圧面積(A)

=0.7×2214×0.25= 387.45 N

■ポール曲線部に作用する風荷重

(P)=アーム風力係数(Cp)・q・アーム長さ(Lr)・(外径D3+外径D2)/2

=0.7×2214×3.2×(0.075+0.093)/2= 416.5 N

■K: ポールの直線部にかかる風荷重により地際部に生じる曲げモーメント

K=1/2・支柱風力係数(Cp)・q(1/3・テーパ率(α)・h2³+D2・h2²)

=1/2×0.7×2214×(1/3×1/100×6.929³+0.093×6.929²)= 4319.23 (N・m)

■M: ポールにかかる風荷重により地際部に生じる曲げモーメント

M=K+2・P0・h1+2・P・(h2+h3・2/3)

=4319.23+2×387.45×8+2×416.5×(6.929+1.071×2/3)= 16885 (N・m)

■試験測定値(試験体C)の曲げモーメント (M)=荷重(P)・距離(L)・1/4

182600×1×1/4= 45650(N・m)

曲げモーメント 強度比較結果 (N・m)	設計荷重	試験体C
	16,885	45,650(2.7倍)

(3) 補強部の寿命

補強部の寿命に関しては、事例として建設後約 30 年が経過し根入れ部で老朽・腐食した鋼管柱に FRP シップ工法を施工(2017年8月)したところ、5年以上経過した現在においても異常がなく使用されています(写真-1)。



全景

劣化部

全景

補修直後

現在 (2022/12)

【施工前】

【施工後】

【写真-1】FRP シップ工法の適用状況 (大阪吉野通り照明柱補強工事)

新技術調査表（4）

2. 補強部の施工性が向上

従来技術では、外部よりの補強の為、鋼管外部にコンクリート充填に際し、路面掘削・鉄筋アンカー打設・型枠設置撤去を必要とします。一方、FRP シップ工法では、鋼管内部への補強のため、路面掘削・鉄筋アンカー打設・型枠設置撤去を必要としません。これにより、施工性が向上（省人化・作業時間短縮）しております（表-2、写真-2）。

【表-2】作業工程と作業時間の比較（1基あたり）

従来技術（コンクリート外巻き工法）			FRPシップ工法		
工程	作業内容	作業時間	工程	作業内容	作業時間
1 日目	①路面掘削	作業場周辺面鏡/作業用電源設置	1 日目	①事前調査	開口蓋の取り外し
		掘削			中空内点検・計測
	②下地処理	精研磨		②準備工	支柱内部の確認、残留物・水の除去
		錆止め塗装			電気配線に配管取付
	③鉄筋アンカー挿入	アンカー打設用穴穿孔		③繊維シート設置	補強範囲外の底部に砂投入
鉄筋アンカー挿入		アラミド繊維シートに接着剤を含浸			
④型枠架設	型枠設置	アラミドパットの挿入・固定・貼付			
⑤モルタル充填	モルタル充填（養生）	④モルタル充填	モルタル充填		
2 日目	⑥型枠撤去	型枠撤去	⑤外周補修処理	錆の撤去	
		路面モルタル充填、埋め戻し		錆止め剤塗布	
	⑦路面復旧	作業場周辺面鏡撤去/作業用電源撤去		防水テープ貼付	
合計		11.11 時間	合計		2.52 時間



（点検・計測）（電気線配管取付）（接着剤の含浸）（繊維シート挿入）（充填状況）（充填済）（錆止仕上げ塗装）
①事前調査 ②準備工 ③繊維シート設置 ④モルタル充填 ⑤外周補修処理

【写真-2】施工手順（FRPシップ工法）

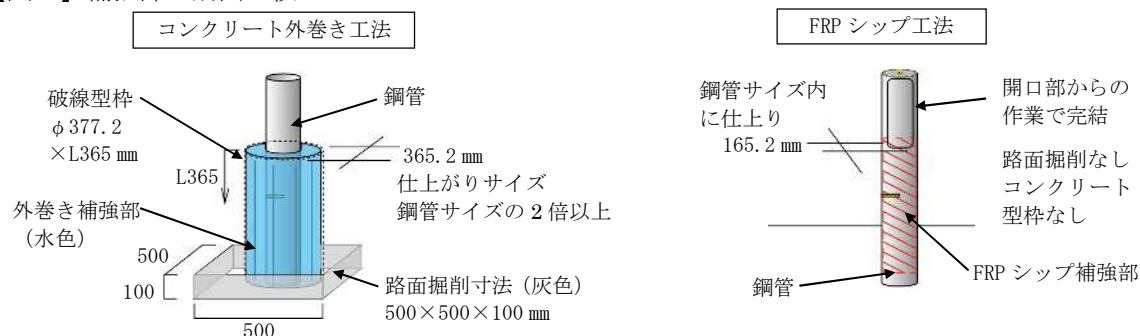
3. 施工時に発生する廃棄物を削減

補強部の断面幅について、従来技術では、外巻き補強により根入れ付近の路面掘削やコンクリート充填に伴う型枠を必要とするため、コンクリート・アスファルト塊や型枠などの廃棄物が発生します。一方、FRP シップ工法では、鋼管内で対処するため、これらの廃棄物が発生しません（表-3、図-2）。

【表-3】施工時に発生する廃材の比較（1基あたり）

工 法	路面掘削廃材	型枠撤去廃材	廃棄物
従来技術 （コンクリート 外巻き工法）	37kg 路面掘削重量（図-2より） 500mm×500mm×100mm アスファルト・コンクリート塊（比重 1480 kg/m ³ ） 0.5×0.5×0.1=0.025 m ³ 0.025×1480=37 kg	1.825kg 型枠重量（図-2より） φ377.2mm×L365mm ボイド管使用（重量 5 kg/m） 0.365m×5=1.825 kg	重量合計 38.825kg
FRPシップ工法	0kg	0kg	なし

【図-2】補強部の断面比較



【建設局事業への適用性】鋼管照明柱の取換えが困難な街路灯における地際腐食の補修

新技術調査表（5）

実績 件数	東京都： 件	(内訳) 東京都	建設局： 件	水道局： 件	
	国土交通省： 2件		都市整備局： 件	下水道局： 件	
	その他公共機関： 155件		港湾局： 件	交通局： 件	
	民間： 5件		〇〇局： 件		
特許	①有り	2出願中	3出願予定	4無し (番号：特許 第5249263号)	
実用新案	1有り	2出願中	3出願予定	④無し (番号：特許)	
評価・ 証明	1 技術審査 (番号：)		2 民間開発建設技術 (番号：)		
	・証明年月日 ()		・証明年月日 ()		
			・証明機関 ()		
	3 新技術情報提供システム[NETIS]		4 その他 ()		
	(番号：KK-210063-A 登録年月日：2022年 8月 4日)				
	【評価等の内容】				
	第7回「ジャパン・レジリエンス・アワード (最優秀賞) 2021. 3. 18				
	局名	事務所名	工事件名	施工期間	CORINS 登録 No.
都実績					
	発注者		工事件名	施工期間	CORINS 登録 No.
東京都 以外 の実績	東京都練馬区 東部公園出張所		田柄川緑道照明改修	2023/06	
	大阪府 茨木土木事務所		道路照明柱地際補強工事	2023/06	
	大阪府 守口市		佐太中住宅 照明柱地際補強工事	2023/06	
	大阪府 寝屋川市		大利住宅 照明柱地際補強工事	2023/06	
	国土交通省 東北地方整備局		仙台市若林区 道路照明柱補強工 事	2023/03	
	愛知県 知立建設事務所		安城市百石町 道路照明柱補強工 事	2023/03	
	愛知県岡崎市 道路維持課		藤川台 道路照明柱補強工事 他 2件	2023/02	
	兵庫県 加古川土木事務所		篠原町 道路照明柱地際補強工事	2023/02	
	大阪府八尾市		中田5丁目 照明柱補強工事 他 2件	2023/02	
	NEXCO西日本 徳島高速道路事務所		美馬IC 道路照明柱地際補強工事 他3件	2022/09	
	鹿児島県薩摩川内市		西口第2駐車場 照明柱地際補強 工事	2022/09	
	埼玉県川口市		川口市青木地内 照明柱補強工事 他8件	2022/06	
	高知県高知市		高知市市内 道路照明柱補強工事 他2件	2022/05	
	千葉県成田市		中台運動公園内 照明柱地際補強 工事	2022/04	
	国土交通省大阪航空局		岩国送信空中線補修工事	2011/01	