

新技術調査表（1）

名 称		FRP シップ工法			登録番号	2023003	
					作成年月日	2024年 3月 8日	
副 題		照明灯ポール等の鋼管柱の補修工法			更新年月日	年 月 日	
					開発年月日	2017年 3月 17日	
分 野	①共通 3公園 5海岸 7その他	2道路 4河川 6砂防	区 分	1材料 ②工法 3製品 4機械 5その他	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			T E L	03-3660-7720
	提 案 会 社 兼 問 い 合 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	T E L	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			F A X	03-5209-5212
ホームページ	https://udc.jp/index.php/bousai/			e-maile	sakiyama@cns-inc.jp		

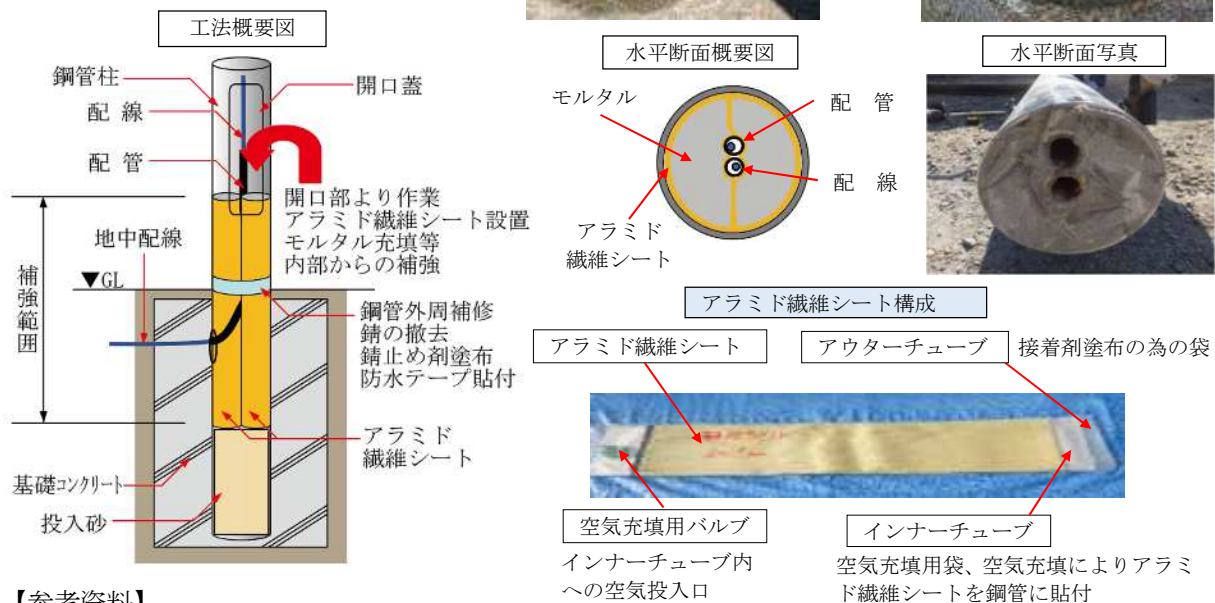
【概 要】

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

【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）					F3Pシッピング工法					効果						
二重 省人化		11.11時間 4.5人					2.5時間 0.9人					77% 80%						
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							
		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	140,000	280,000							
		アンカー・鉄筋	8	本	687	5,496	モルタル	1.2	袋	6,000	7,200							
		モルタル	1	袋	8,000	8,000	砂	1.8	袋	400	720							
		型材（ボイド管）	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	4,000	4,000							
		小計					23,143	小計					229,070					
		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	28,700	43,050	特殊作業員					0.3人	28,700	8,610	
		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					23,850	80%					
	工事費	運搬車	1.5	台	18,000	27,000	運搬車	0.3	台	18,000	4,800							
		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							
ハンマミキサー		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	ハンマミキサー	0.3	台	1,200	660								
差底処分		1	式	10,000	10,000	工具類	0.3	式	300	270								
小計					43,450	小計					9,060		78%					
設備費	材工共					材工共					225,980	-75%						

【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～Φ 355.6mm 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は無償でサポート
- ・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)

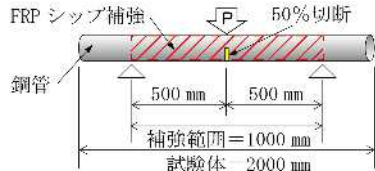
1. 補強部の耐久性が向上

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



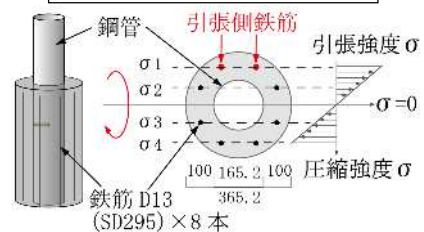
鋼管曲げ試験概要：延長2,000mm、補強範囲1,000mmの試験体(鋼管外径φ165.2mm厚さ5mm長さ2.0m)について、圧縮試験機を使用し載荷速度を2mm/minとして、中央点載荷法による3点曲げ試験を行い、破壊荷重の測定を行いました。



【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

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

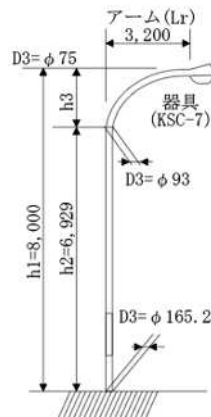
600N/mm²(鉄筋引張強度)×断面積126.7mm²×2本(σ1)=152.04kN コンクリート強度149.89kN < 鉄筋強度152.04kN

(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
器具：C1	0.25m ² : 0.7
支柱：Cp	1.215m ² : 0.7
7-4 : 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	①事前調査	開口蓋の取り外し		0.08	
		掘削	3		中空内点検・計測		0.33	
	②下地処理	錆研磨	0.25	②準備工	支柱内部の確認、残留物・水の除去		0.17	
		錆止め塗装	0.2		電気配線に配管取付		0.2	
	③鉄筋アンカー挿入	アンカー打設用穴穿孔	2		補強範囲外の底部に砂投入		0.17	
		鉄筋アンカー挿入	0.66	③繊維シート設置	アラミド繊維シートに接着剤を含浸		0.17	
④型枠架設	型枠設置	0.5			アラミドパットの挿入・固定・貼付		0.5	
2 日 目	⑤モルタル充填	モルタル充填（養生）	0.25	④モルタル充填	モルタル充填		0.25	
	⑥型枠撤去	型枠撤去	0.25	⑤外周補修処理	錆の撤去		0.25	
		⑦路面復旧	路面モルタル充填、埋め戻し		2	錆止め剤塗布		0.2
			作業場周辺面鏡撤去/作業用電源撤去		1	防水テープ貼付		0.2
	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）（充填済み）（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）

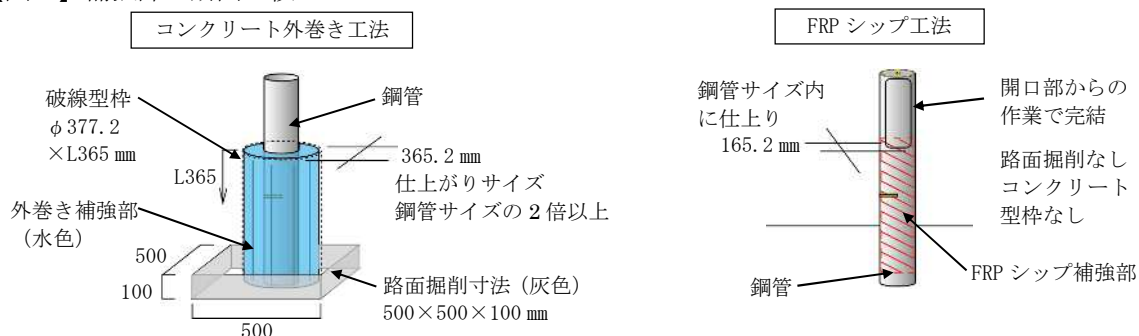
3. 施工時に発生する廃棄物を削減

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/m³） $0.5 \times 0.5 \times 0.1 = 0.025 \text{ m}^3$ $0.025 \times 1480 = 37 \text{ kg}$	1.825kg 型枠重量（図-2より） φ377.2mm×L365mm ボイド管使用（重量 5 kg/m） $0.365 \times 5 = 1.825 \text{ kg}$	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 国土交通省： 2件 その他公共機関： 155件 民間： 5件	(内訳) 東京都	建設局： 件 都市整備局： 件 港湾局： 件 〇〇局： 件	水道局： 件 下水道局： 件 交通局： 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	