

ものづくり 日本大賞	国土技術 開発賞	建設技術 審査証明 ※

2011.03.29現在

技術 名称	フォルカストランドシート工法		試行 技術	試行技術 (2008.10.10 ～)	登録 No.	QS-080011-A
事前審査	事後評価		技術の位置付け			
	試行実証評価	活用効果評価	推奨 技術	準推奨 技術	活用促進 技術	設計比較 対象技術

上記※印の情報と以下の情報は申請者の申請に基づき掲載しております。申請情報の最終更新年月日:2010.11.24

副 題	特殊加工した連続繊維シートによるコンクリート構造物の補修・補強工法	区分	工法
分類1	道路維持修繕工 - 橋梁補修補強工 - 新素材繊維接着工		
分類2	道路維持修繕工 - 橋梁補修補強工 - 表面保護工		
分類3	建築 - 耐震・免震・制震工事		

概要

①何について何をやる技術なのか？

フォルカストランドシート工法は、炭素繊維などをエポキシ樹脂で棒状に硬化し、一方向に配列させすだれ状に加工した強化繊維シート「ストランドシート」を、エポキシ樹脂等の常温硬化型接着剤を用いて対象物の表面に貼り付けるだけで、コンクリート構造物の補修・補強をする施工性に優れた工法である。

②従来はどのような技術で対応していたのか？

コンクリート構造物に対して鋼板接着工法やコンクリート増厚工法などで補修・補強していた。近年、炭素繊維シート接着工法も普及してきた。

③公共工事のどこに適用できるのか？

コンクリート構造物の補修・補強工事に幅広く適用できる。

④その他

ストランドシート工法と一般的な炭素繊維シート接着工法の関係について述べる。ストランドシート工法で用いられる「ストランドシート」は、工場において炭素繊維と熱硬化型エポキシ樹脂を含浸、硬化させて製造したストランドをシート状に加工して製造される。現場において、使用される専用接着剤は、プライマー及び不陸修正材を兼用し、ドライシートに樹脂を含浸する必要がないため、炭素繊維シート接着工法で必須のプライマー工、不陸修正工、樹脂含浸・脱泡作業が不要である。このように工程が簡素化されているため、炭素繊維シート接着工法に比べて短工期、低コストとなる場合が多い。

両者とも同種の炭素繊維、樹脂類で構成されているため同様の補修・補強効果が期待される。

代表的なフォルカストランドシートの性能

	単位	高強度型炭素繊維
品番	-	FSS-HT600
繊維目付	g/m ²	600
引張強度	N/mm ²	3,400
引張弾性率	N/mm ²	2.45x10 ⁵
設計厚さ	mm	0.333
標準製品幅	mm	500
標準長さ	m	3.0



フォルカストランドシート

新規性及び期待される効果

①どこに新規性があるのか?(従来技術と比較して何を改善したのか?)

従来、補強材として使用されてきた鋼板よりも、軽量で薄い素材を手作業で貼り付けるだけで施工できるので、簡便かつ短納期で補修・補強が可能である。

②期待される効果は?(新技術活用のメリットは?)

1) 軽量で薄い

死荷重の増加や建築限界への影響が少ない。

2) 施工性

重機械が不要で軽量な材料を手作業で貼り付ける簡便な作業なので、現場・施工条件の制約を受けにくい。

3) 耐久性

鋼材は錆びるが、本工法は炭素繊維、エポキシ樹脂などの錆びない素材で構成されているため、耐蝕性に優れ、塩害対策にも有効である。

4) 設計法

RCに準拠した構造補強計算が可能。

③その他

専用接着剤がプライマー及び不陸修正材を兼用し、ドライシートに樹脂を含浸する必要がないので、炭素繊維シート接着工法より簡便に施工できる。



ストランドシート貼付工

適用条件

① 自然条件

気温が5℃以上で施工すること。

雨天または結露がある場合には施工しないこと。

② 現場条件

重機を用いず、全ての作業が手作業で出来るため、人力作業が可能なスペースがあれば作業できる。

③ 技術提供可能地域

技術提供地域については制限なし

④ 関係法令等
道路構造令

適用範囲

①適用可能な範囲

コンクリート構造物全般の補修・補強

床版補強の場合、損傷段階規準(建設省土木研究所共同研究報告第235号)において、損傷が比較的軽度のⅠ～Ⅳに適用できる。

②特に効果の高い適用範囲

重機を用いず、全ての作業が手作業で出来るため、人力作業が可能なスペースがあれば作業できる。

床版補強に代表される平面部の多い構造物に施工性よく適用できる。

③適用できない範囲

損傷程度が激しすぎる場合、すなわち、損傷段階(建設省土木研究所共同研究報告第235号)が段階Ⅴ サイコロ状にひび割れが進展、段階Ⅵ 床版が陥没する場合には適用できない。

④適用にあたり、関係する基準およびその引用元

1. 炭素繊維による鉄筋コンクリート橋脚の補強工法(日本道路公団試験研究室 1995.2)

2. 炭素繊維シートによるRC橋脚補強に関する設計・施工要領(案)(阪神高速道路公団 コンクリート構造物の耐久性に関する調査研究委員会 1997.5)

3. 炭素繊維シートを用いた単柱式鉄筋コンクリート橋脚の耐震補強マニュアル(案)(土木技術センター 炭素繊維を用いた耐震補強法研究会 平成8・9年度報告書 1998.9)

4. 炭素繊維シートによる鉄道高架橋柱の耐震補強設計・施工指針(鉄道総合技術研究所 1996.7)

5. 炭素繊維シートによる地下鉄RC柱の耐震補強設計・施工指針(鉄道総合技術研究所 1997.1)

6. 設計要領第二集 橋梁保全編(日本道路公団 1997.11)

7. 連続繊維補強材を用いた既設鉄筋コンクリート造及び鉄骨鉄筋コンクリート造建築物の耐震改修設計・施工指針((財)日本建築防災協会 1999.9)

8. 炭素繊維シートによる道路橋コンクリート部材の補修・補強に関する設計・施工指針(案)(建設省土木研究所 1999.11)

9. コンクリート部材の補修・補強に関する共同研究報告書(Ⅲ)-炭素繊維シート接着工法に関する道路橋コンクリート部材の補修・補強に関する設計・施工指針(案)-(建設省土木研究所 1999.12)

10. 連続繊維シートを用いた構造物の補修補強指針(土木学会 2000.3)

11. フォルカストランドシート工法技術資料

12. フォルカストランドシート工法施工指針

留意事項

①設計時

1) 各機関より発行されている設計指針等に明記されており、これらにしたがって設計する。例)コンクリート部材の補修・補強に関する共同研究報告書(Ⅲ)-炭素繊維シート接着工法に関する道路橋コンクリート部材の補修・補強に関する設計・施工指針(案)-(建設省土木研究所 1999.12)

RC床版補修の場合、建設省土木研究所「土木研究所資料、橋梁点検要領(案)、昭和63年7月」など、適切な方法によって現場調査を実施し、床版コンクリートの劣化、鉄筋の腐食の状況を確認し、必要であれば設計計算に基づいてストランドシートの補強枚数を決定する。

A活設計をB活対応としてのRC床版補強の場合には、許容応力度法により、主軸方向、配筋方向それぞれで鉄筋量の不足を補うためのストランドシートの補強枚数を決定する。

2) 使用環境に応じた仕上げ塗装材料の選定が好ましい。

3) ハンチ部、コーナー部では、工場で形状加工された専用ストランドシート部材を用いて継ぎ手構造により対応する。

②施工時

1) 下地処理において、コンクリート表面の劣化層(風化・レイタンス・離型剤・剥離モルタル・塗装・汚れなど)をディスクサンダーなどを十分除去・研磨する。

2) 樹脂類は有機溶剤等で希釈しないこと。

3) フォルカストランドシート工法施工指針に基づいた施工を行う。

4) 気温が5℃以上で施工すること。

5) 雨天または結露がある場合には施工しないこと。

③維持管理等

特になし

④その他

施工にあたっては、メーカーから技術指導を受けることも可能である。

ハンチ部、コーナー部などの特殊形状のストランドシート部材は、一週間程度の納期が必要となる場合がある。

活用の効果

比較する従来技術	鋼板接着工法
-----------------	---------------

項目	活用の効果	比較の根拠
経済性	<input checked="" type="checkbox"/> 向上(21.54 %) <input type="checkbox"/> 同程度 <input type="checkbox"/> 低下(%)	従来工法でのアンカー設置工、シーリング工、注入工が不要となり工程が簡素化されているため、工事費が安価になる
工程	<input checked="" type="checkbox"/> 短縮(50 %) <input type="checkbox"/> 同程度 <input type="checkbox"/> 増加(%)	作業が簡便であるため、工程が大幅に短縮できる
品質	<input checked="" type="checkbox"/> 向上 <input type="checkbox"/> 同程度 <input type="checkbox"/> 低下	軽量で高強度、腐食しない材料で補強する。
安全性	<input checked="" type="checkbox"/> 向上 <input type="checkbox"/> 同程度 <input type="checkbox"/> 低下	軽量な材料を人力による軽作業で施工するため、安全性が確保しやすい
施工性	<input checked="" type="checkbox"/> 向上 <input type="checkbox"/> 同程度 <input type="checkbox"/> 低下	軽量な材料を手作業で樹脂を用いて貼り付ける簡便な工法である
周辺環境への影響	<input checked="" type="checkbox"/> 向上 <input type="checkbox"/> 同程度 <input type="checkbox"/> 低下	重機を使用しないため二酸化炭素の排出を抑制できる。軽量な材料を手作業で施工するため作業員環境が優れる。工期の短縮が可能のため、交通規制が発生する場合でも利用者に対する影響を抑制できる。
技術のアピールポイント (課題解決への有効性)	本工法は、炭素繊維などをエポキシ樹脂で棒状に硬化し、一方向に配列させずだれ状に加工した強化繊維シート「ストランドシート」を、エポキシ樹脂等の常温硬化型接着剤を用いて貼り付けるだけで、従来より安価で短期間にコンクリート構造物の補修・補強が可能である。	
コストタイプ コストタイプの種類	並行型：B(+)型	

活用効果の根拠			
基準とする数量	100	単位	㎡
	新技術	従来技術	向上の程度
経済性	5529100円	7047285円	21.54%
工程	4日	8日	50%

新技術の内訳						
項目	仕様	数量	単位	単価	金額	摘要
下地ケレン工	ディスクサンダー	100	㎡	2721円	272100円	
ストランドシート貼付工	専用接着剤FB-E7S 下塗り、ストランドシートFSS-HT600 1層目貼付	100	㎡	25995円	2599500円	
ストランドシート貼付工	専用接着剤FB-E7S 下塗り、ストランドシートFSS-HT600 2層目貼付	100	㎡	24495円	2449500円	
仕上塗装工	ウレタン樹脂塗装(中塗、上塗)	100	㎡	2080円	208000円	

従来技術の内訳						
項目	仕様	数量	単位	単価	金額	摘要
工場製作工	4.5mm厚鋼板、ブラスト処理、工場塗装	100	㎡	15656円	1565600円	
運送費	-	4.06	t	7500円	30450円	
下地ケレン工	ディスクサンダー	100	㎡	2721円	272100円	
アンカー設置工	7本/㎡	700	本	881円	616700円	
鋼板取付工(一般部)	-	100	㎡	6692円	669200円	
鋼板取付工(スプライス部)	-	15	㎡	8485円	127275円	

シール工	-	115	m ²	6890円	792350円
注入工	-	115	m ²	24054円	2766210円
仕上工	-	100	m ²	927円	92700円
現場塗装工	中塗、上塗	100	m ²	1147円	114700円

特許・実用新案

種類	特許の有無				特許番号
特許	<input type="checkbox"/> 有り	<input checked="" type="checkbox"/> 出願中	<input type="checkbox"/> 出願予定	<input type="checkbox"/> 無し	
特許詳細	特許情報無し				
実用新案	特許の有無				
	<input type="checkbox"/> 有り	<input type="checkbox"/> 出願中	<input type="checkbox"/> 出願予定	<input checked="" type="checkbox"/> 無し	
備考					

第三者評価・表彰等

	建設技術審査証明	建設技術評価
証明機関		
番号		
証明年月日		
URL		

その他の制度等による証明

制度の名称		
番号		
証明年月日		
証明機関		
証明範囲		
URL		

評価・証明項目と結果

証明項目	試験・調査内容	結果

施工単価

下表に示す標準積算は100m²以上のコンクリート下地面での施工を基本とする。ハンチ部、コーナー部などの専用ストランドシート部材が必要な場合は、現場条件に応じて割り増しされることがある。クラック注入、断面修復、ならびに足場、照明設備、養生費用などは別途計上する。平成20年度東京地区を想定。

フォルカ スtrandシート工法 土木施工積算書

費目	仕様	数量	単位	単価	金額
下地ケレン工	ディスクサンダー	100	m ²	2,721	272,100
ストランドシート貼付工	専用接着剤FB-E7S下塗り、ストランドシート FSS-HT600 1層目貼付	100	m ²	25,995	2,599,500
ストランドシート貼付工	専用接着剤FB-E7S下塗り、ストランドシート FSS-HT600 2層目貼付	100	m ²	24,495	2,449,500
仕上塗装工	仕上げ塗装を行う(中塗、上塗)	100	m ²	2,080	208,000
				直接工事費合計	5,529,100
				1m ² 当り工事	

直接工事費計

費

55,291

歩掛り表あり（標準歩掛, 暫定歩掛, 協会歩掛, 自社歩掛）

施工方法

① 下地処理
劣化層除去

② スtrandシート貼付け

- 1) 樹脂の調合
- 2) 専用接着剤下塗り
- 3) スtrandシート貼付け
- 4) 樹脂均し
- 5) 専用接着剤下塗り
- 6) スtrandシート貼付け
- 7) 樹脂均し

(3層以上施工の場合は、5)～7)を繰り返す。1層の場合は1)～4)のみ)

③ 仕上げ

仕上げ塗装を行う(中塗、上塗)



strandシート貼付工

今後の課題とその対応計画

① 今後の課題

- 1) ハンチ部、コーナー部用の専用部材の生産技術向上
- 2) 低温施工が可能な専用接着剤の開発

② 対応計画

1)、2)ともに平成20年度の技術確立、平成21年度に量産体制確立

収集整備局	九州地方整備局				
開発年	2007	登録年月日	2008.10.10	最終更新年月日	2010.11.24
キーワード	安全・安心、コスト縮減・生産性の向上、公共工事の品質確保・向上				
	自由記入	連続繊維補強材	strandシート		
開発目標	省力化、経済性の向上、作業環境の向上				
開発体制	単独 (<input checked="" type="checkbox"/> 産、 <input type="checkbox"/> 官、 <input type="checkbox"/> 学) 共同研究 (<input type="checkbox"/> 産・産、 <input type="checkbox"/> 産・官、 <input type="checkbox"/> 産・学、 <input type="checkbox"/> 産・官・学)				
	開発会社	新日鉄マテリアルズ株式会社			
技術	会社	新日鉄マテリアルズ株式会社			
	担当部署	日鉄コンポジット社 九州連絡事務所	担当者	村上 信吉	
	住所	〒812-0022 福岡県福岡市博多区神屋町3-18-1			
	TEL	092-282-0096	FAX	092-282-0047	

問合せ先		E-MAIL	s-murakami@nck.nsmat.co.jp			
		URL	http://www.nck.nsmat.co.jp/			
	営業	会社	新日鉄マテリアルズ株式会社			
		担当部署	日鉄コンポジット社 トウシート部	担当者	渡部 修	
		住所	〒103-0024 東京都中央区日本橋小舟町3-8			
		TEL	03-5623-5550	FAX	03-5623-5551	
		E-MAIL	o-watanabe@nck.nsmat.co.jp			
		URL	http://www.nck.nsmat.co.jp/			

問合せ先

番号	会社	担当部署	担当者	住所
	TEL	FAX	E-MAIL	URL

実績件数

国土交通省	その他公共機関	民間等
1件	0件	0件

実験等実施状況

① 曲げ耐力の向上

橋梁などの桁の曲げ引張側にストランドシートを貼り付けることにより、炭素繊維シート同様に耐力を大幅に向上させることができる。

【実験の説明】

試験条件：2.2m長のRCはりを各々ストランドシート、CFRPプレート、炭素繊維シートで補強

判定基準：各種補強材の補強効果の比較

試験結果：ストランドシート補強は、降伏荷重で、無補強の172kNに対して1層補強で231kN、2層補強で255kNとなり、RCはり曲げ補強に有効な結果を示した。剥離荷重も3種の補強材のなかで最も大きな値を示した。

考察：ストランドシート工法は、RCはりの曲げ補強において、炭素繊維シート接着工法と同等以上の降伏応力、終局耐力の向上が期待できる。

(ストランドシート、CFRPプレート、炭素繊維シートによるRCはりの曲げ補強効果(土木学会第62回年次学術講演会、平成19年9月)(p.764))



ストランドシートによるRCはりの曲げ補強効果確認試験

添付資料

1. 工法別積算資料
2. 建設省土木研究所共同研究報告第235号「コンクリート部材の補修・補強に関する共同研究報告書(Ⅲ)」、1999.12(p.27)
3. FRPによるトンネル覆工剥落対策マニュアル(TSC研究会)(p.143)
4. フォルカストランドシート工法施工立会い報告書
5. 促進暴露試験結果
6. 構造物施工管理要領(日本道路公団)、平成16年4月(p.316)
7. 代田橋床版補修工事に伴う追跡調査報告書(九州技術事務所)
8. 代田橋施工後5年経過写真

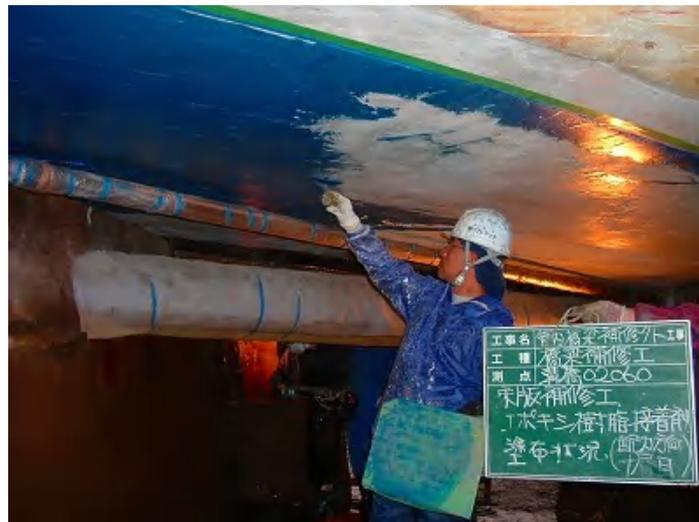
9. スtrandシート,CFRPプレート,炭素繊維シートによるRCはりの曲げ補強効果(土木学会第62回年次学術講演会、平成19年9月)(p.764)
10. 建設省土木研究所共同研究報告書第220号「コンクリート部材の補修・補強に関する共同研究報告書(Ⅰ)」、1999.3(p.I-4)
11. フォルカstrandシートリーフレット
12. フォルカstrandシートの継ぎ手強度
13. 道路橋床版補修要領(建設省関東地方建設局関東技術事務所)(p.113)
14. フォルカstrandシート施工写真
15. フォルカstrandシート施工見本
16. 国土交通省土木工事積算基準 (p.528表3.1鋼板接着歩掛)
17. 建設省土木研究所共同研究報告書「付属資料3炭素繊維シート接着工法の施工方法と管理の目安」、1999.12 (p.105)
18. フォルカstrandシート工法施工指針
19. 連続繊維シートを用いた構造物の補修補強指針(土木学会 2000.3) (p.3、p.41)
20. 鋼板接着工施工要領(p.4)
21. フォルカstrandシート専用接着樹脂について
22. フォルカstrandシート専用接着樹脂FB-E73、ベース樹脂FR-E3Pの性能規格書
23. 工程比較表
24. 土木工事安全施工技術指針程比較表(平成13年、国土交通大臣官房技術調査課)

添付資料等

参考文献

1. 「旧規準で設計されたRC構造物の補強に関する研究(その2.炭素繊維シートと鋼板による柱の補強)」、日本建築学会学術講演集、(近畿),1996.9
2. 「昭和初期の鉄筋コンクリート構造物の構造性能評価」、日本建築学会学術講演集、(近畿),1996.9
3. 「炭素繊維シートによるRC梁のせん断補強」、日本建築学会学術講演集、(近畿),1996.9
4. 「シート状連続繊維によりせん断補強されたRC梁の構造性能に関する実験的研究」、コンクリート工学年次論文報告集,Vol.19,No.2,1997

その他(写真及びタイトル)



接着剤塗布工



strandシート貼付工



仕上塗装工

詳細説明資料(様式3)の様式はExcelで表示されます。