

NETIS登録番号：OK-170003-A
特許番号：第6037253号

Fixr
グラウンド
アンカー工法

Fixr Ground Anchor System

建設技術審査証明(砂防技術)

令和5年4月27日

技審証第1801号

(一財) 砂防・地すべり技術センター



サンスイ・ナビコ 株式会社

Fixr Ground Anchor System

Fixr (フィクサ) とは維持管理性・長期定着特性に優れた
高耐食・高耐カグラウンドアンカー工法

建設技術審査証明で高腐食環境下の長期耐久性 (防食構造Ⅲ相当^{※1}) が認められているのは本工法だけ^{※2}です!

※1 防食構造Ⅲ (地盤工学会基準) は、河岸や湖岸、河川施設等の水際環境や沿岸や湾岸施設等の塩分環境、温泉地帯等の強酸性地盤環境等^{※3} で長期間使用できる防食レベルです

※2 令和5年4月時点

※3 酸性地盤環境では使用する注入グラウトを含めたアンカー体の劣化について検討が必要です



落石プロテクタ装着時



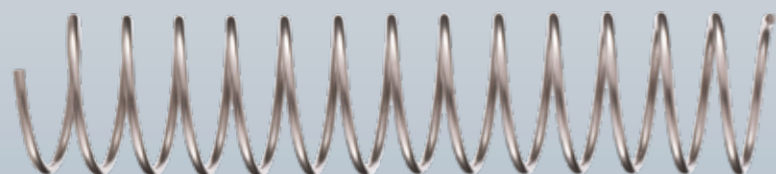
高耐食

防食から耐食へ

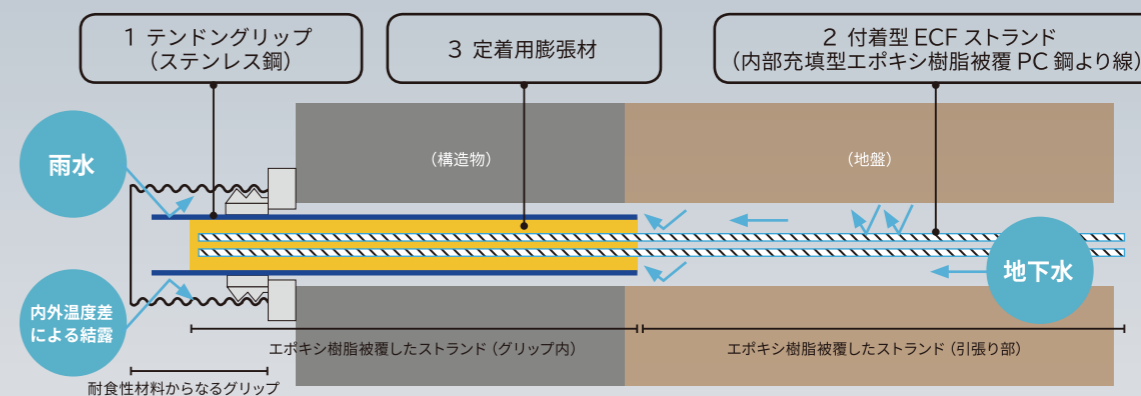
グラウンドアンカーの劣化は、水や空気などの環境因子と接触しやすいアンカー頭部に集中します。Fixrグラウンドアンカー（以下Fixrアンカー）は、耐食性材料のみで構成され、長寿命化とメンテナンスコストの最小化に寄与します。

高耐力

低強度な地盤に設置されたアンカー体はグラウトの付着割裂による進行性破壊モードとなる場合があります。Fixrアンカーはアンカー体部を拘束型スパイラルスペーサーで補強し、グラウトの割裂発達を抑制します。さらにスパイラルスペーサーにより、施工時の tendon のエポキシ樹脂被覆の損傷を防ぐとともに、グラウトのかぶりを確保します。

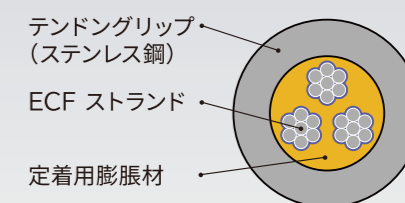


Fixr アンカーの耐食構造



1. ノングリスタイプのテンドングリップ

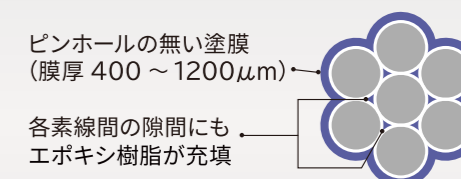
テンドングリップはステンレス鋼を用いたノングリスタイプです。グリスが不要となることからメンテナンスコストの削減に寄与します。



2. 高耐食性付着型ケーブル (テンドン)

ケーブルには付着型 ECFストランド (内部充填型エポキシ樹脂被覆PC鋼より線) を採用しています。高品質エポキシでPC鋼より線表面を被覆し、かつ各素線間の空隙部も充填され、卓越した耐食性を有しています。また、エポキシ樹脂の物質移動に対する高い抵抗性により、設計耐用100年間において内部の鋼材が腐食することはないと考えられています*。さらに、表面には珪砂が付着しており、セメントペーストとの付着性は裸PC鋼より線と同等以上となります。

*参考文献：エポキシ樹脂を用いた高機能 PC 鋼材を使用するプレレストコンクリート設計施工指針（案）、土木学会、pp.18～19、2010年

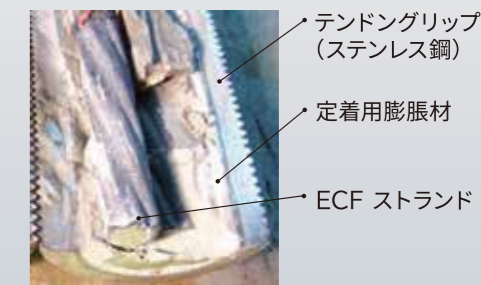


ECF ストランドの断面図



3. 定着用膨脹材により把持部も防食

ECF ストランドは、定着用膨脹材を用いてテンドングリップに確実に定着されます。クサビ定着と異なり、把持部もエポキシ樹脂で被覆されるため、腐食する部分が存在しません。



特許第 6037253 号

エポキシ樹脂で被覆した PC 鋼より線を用いた金属製グラウンドアンカーの構造および製作方法と設置工法。(特許権者：琉球大学、サンスイ・ナビコ (株)、他 3 者)

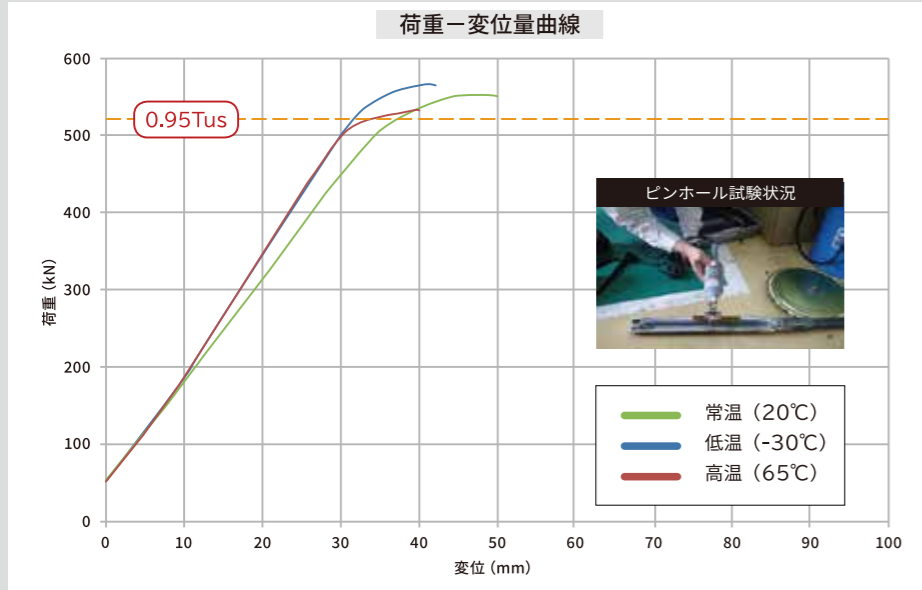
各種試験

Fixrアンカーは開発に当たり、各種性能確認試験を実施しています。

定着具温度特性試験

φ12.7×3本 (Tus=549kN, Tys=468kN)
 (設定温度 常温:20℃ 低温:-30℃ 高温:65℃)

常温、低温、高温における引張試験を実施し、温度環境が定着具の性能に与える影響を確認しました。

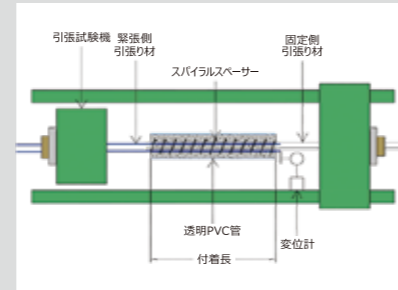
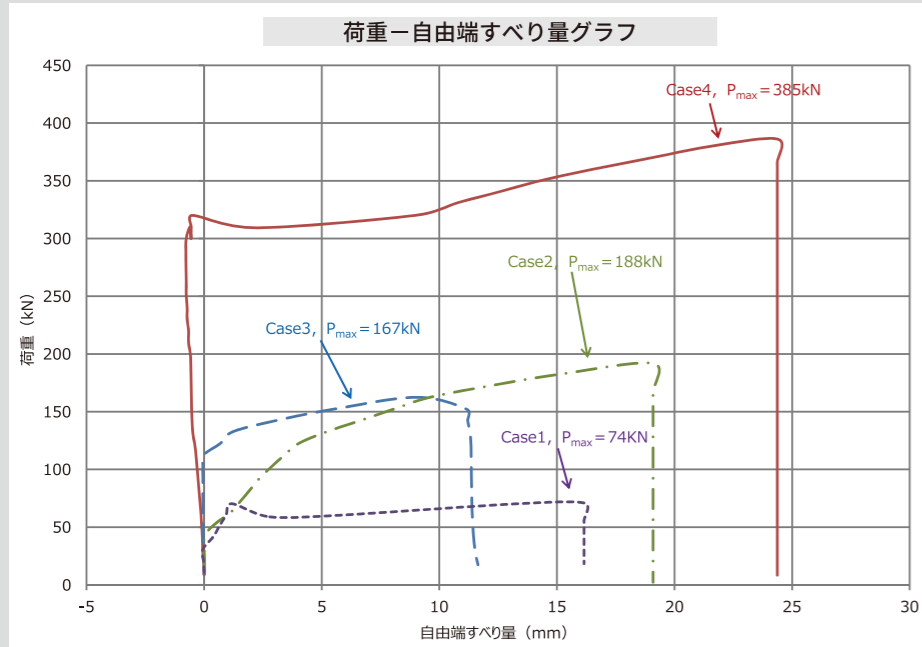


供用環境を想定し、定着用膨脹材によるテンドングリップ(定着具)の耐久性確認試験を実施しました。高・低温時でもテンドンの極限引張り力95%をクリアし、常温時と同等の性能が確認されました。また、全ての試験後供試体にピンホールは確認されませんでした。

スパイラルスペーサー性能確認試験

φ12.7×3本両引き 付着長1.0m

スパイラルスペーサーがアンカー体部周囲グラウトに与える効果を確認するため、疑似孔壁内にアンカー体部を再現し、引張試験を実施しました。



試験体と載荷装置

Case	テンドン種別	スパイラルスペーサー
1	PCストランド	無し
2	PCストランド	有り
3	ECFストランド	無し
4	ECFストランド	有り

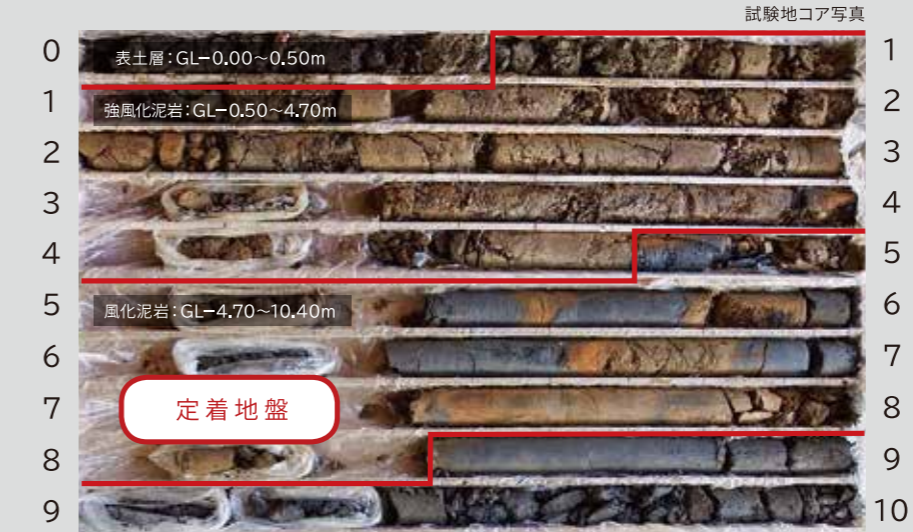
試験体仕様

通常のPCストランドとECFストランドを用いて比較した結果、いずれのCaseにおいてもグラウトが放射状に割裂してテンドンの引抜けが生じましたが、PCストランドではスパイラルスペーサーの有るCase2が、無いCase1に対して2.54倍の破壊荷重となりました。また、ECF鋼線については同様にCase4がCase3の2.31倍となりました。

現場性能確認試験

試験アンカー諸元: φ12.7×3 試験最大荷重(Tp)=421kN 削孔径φ115mm アンカー体長(La)=6.0m
 対象地盤: 風化泥岩 N値=平均25(アンカー体部)

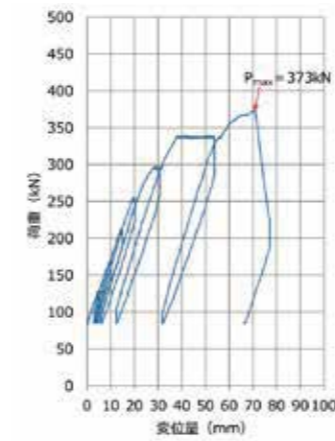
実地盤で引抜き試験を実施し、アンカー性能を比較しました。



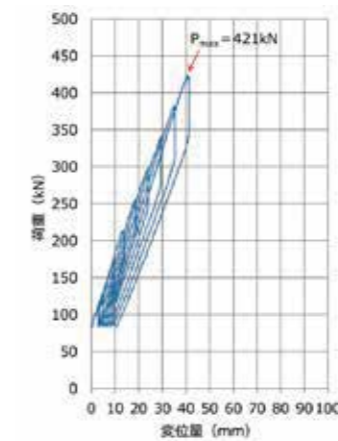
試験地の土質試験データ
 定着地盤: 風化泥岩(砂混じり粘土)
 ・ $\rho_t=2.060\text{g/cm}^3$, $\rho_s=2.680\text{g/cm}^3$,
 ・粒度: 砂分8.4%, シルト分45.2%, 粘土分46.4%
 ・ $W_n=17.6\%$, $e=0.59$
 ・ $WL=46.6\%$, $Wp=15.8\%$
 ・三軸圧縮CU
 $c=118.9\text{kN/m}^2$, $\phi=16.2^\circ$
 $c'=42.6\text{kN/m}^2$, $\phi'=28.0^\circ$

荷重-変位量曲線

[スパイラルスペーサー無し]



[Fixrアンカー]

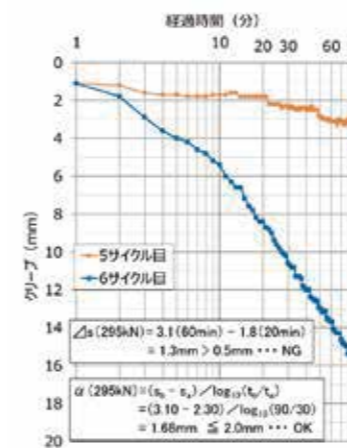


極限引き抜き力

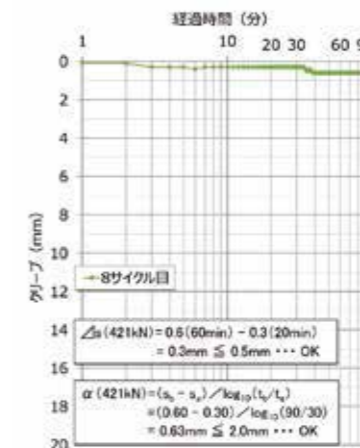
スパイラルスペーサーの無いアンカーは、5サイクル以降徐々に変位量が増加し、7サイクル載荷途中の373kNで引抜けに至りました。この時の極限周面摩擦抵抗は $\tau_u=0.17\text{N/mm}^2$ でした。一方、Fixrアンカーの変位量-荷重関係は直線的に推移し、試験計画最大荷重の421kNに至っても引き抜けは起こりませんでした。

時間-クリープ変位量曲線

[スパイラルスペーサー無し]



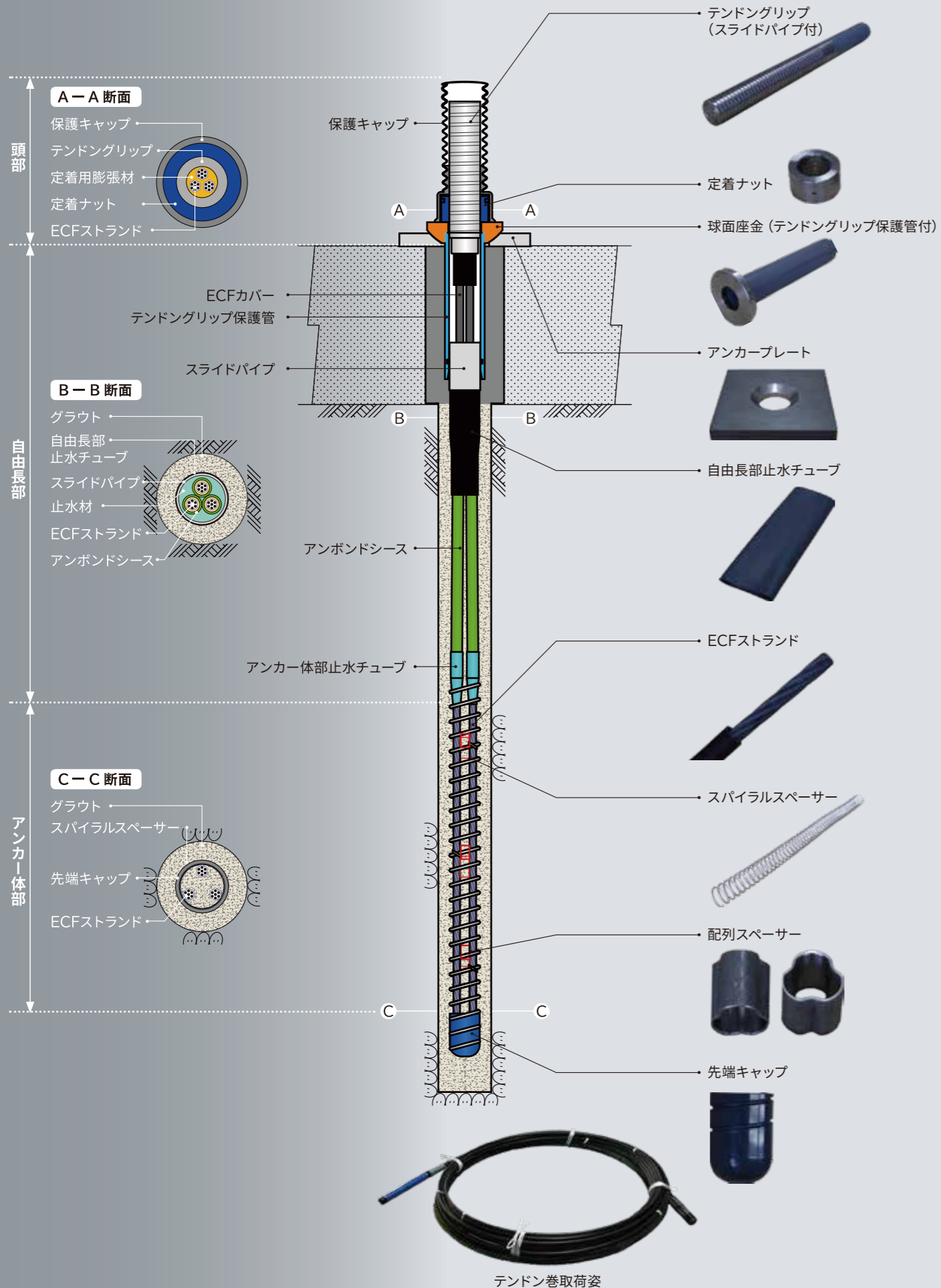
[Fixrアンカー]



クリープ特性

スパイラルスペーサーの無いアンカーは、5サイクル295kN時のクリープ量が大きく、アンカーとして荷重を保持できるほぼ限界荷重と判断されます。一方、Fixrアンカーは8サイクル421kN時においてもクリープ量は小さく、スパイラルスペーサーの無いアンカーと比較して1.43倍以上の荷重範囲においても安定的なクリープ特性を示しました。

構造・構成部材



構成部材 (自由長部・頭部部材)

(単位:mm)

部材図	呼名	区分	φD1	φD2	L	t	材質	備考
φD1	自由長部 止水チューブ (収縮前)	Fixr22/33	60	-	200	-	EPM	
		Fixr44/55	80	-	200	-		
		Fixr66/77	90	-	200	-		
φD1	スライド パイプ	Fixr22/33	59	57	191	-	PVC	
		Fixr44/55	79	75	291	-		
		Fixr66/77	91	87	291	-		
φD1	テンドン グリップ	Fixr22/33	59	-	470	-	SUS329J4L	インナーネジ 仕様
		Fixr44/55	79	-	563	-		
		Fixr66/77	91	-	765	-		
φD1	テンドン グリップ 保護管	Fixr22/33	76	60	380~680	-	PVC または ABS	
		Fixr44/55	96.5	80	460~760	-		
		Fixr66/77	114	92	460~760	-		
φD1	球面座金 0~5° 補正 ^{※4}	Fixr22/33	144	63	40	-	S45C または SUS304	S45:HDZT77 ナット面絶縁処理
		Fixr44/55	164	83	40	-		
		Fixr66/77	198	95	55	-		
L	アンカー プレート 0~5° 補正 ^{※4}	Fixr22/33	133.8	93	250	28	SS400 または SUS304	SS400:HDZT77
		Fixr44/55	152.9	115	300	32		
		Fixr66/77	188	150	310	36		
φD1	定着ナット	Fixr22/33	90	-	50	-	SUS329J4L	オプション: ロードセル付 定着ナット
		Fixr44/55	115	-	50	-		
		Fixr66/77	130	-	50	-		
φD1	落石ガード インナーカバー	Fixr22/33	79	79	150	7	SUS304	余長によって Lは変更可能
		Fixr44/55	99	99	150	7		
		Fixr66/77	111	111	150	7		

構成部材 (アンカー体部・自由長部)

(単位:mm)

部材図	呼名	区分	φD1	φD2	L	t	材質	備考
φD1	先端キャップ	Fixr22/33	57	-	82	-	PVC	
		Fixr44/55	70	-	96.5	-		
		Fixr66/77	76	-	95	-	POM	
φD1	スパイラル スペーサー	Fixr22/33	59	-	設計 アンカー 体長	4	SUS304	
		Fixr44/55	79	-		7		
		Fixr66/77	85	-		7		
φD1	配列スペーサー	Fixr22/33	27.2	-	30	-	STKM	アンカー体長 1個/m
		Fixr44/55	48.6	-	30	-		
		Fixr66/77	54	-	30	-	POM	
φD1	アンボンド シース	ECF ストランド φ12.7共通	21.5	16.1	設計 テンドン 自由長	-	PE	テンドン 自由長部用
φD1	アンカー体部 止水チューブ (収縮前)	ECF ストランド φ12.7共通	25	-	200	-	EPM	
			15	-	1000	-	FPO	
φD1	結束材	アンカー体部	-	-	125	-	ナイロン	

※4 アンカープレートと球面座金は、現場条件に応じた部材の選択が可能です

部材の形状及び材質については予告なしに変更する場合があります。また、各部材で示している数値は規格値を示すものではありませんので予め、ご了承ください




仕様・規格

呼名	テンドン構成	断面積 (mm ²)	極限引張り力 Tus (kN)	降伏引張り力 Tys (kN)	許容引張り力Tas (kN)		最小削孔径 (mm)
					常時 0.6Tus	地震時 0.9Tys	
Fixr-22	12.7×2	197.4	366	312	219	281	90
Fixr-33	12.7×3	296.1	549	468	329	421	90
Fixr-44	12.7×4	394.8	732	624	439	562	115
Fixr-55	12.7×5	493.5	915	780	549	702	115
Fixr-66	12.7×6	592.2	1,098	936	658	842	135
Fixr-77	12.7×7	690.9	1,281	1,092	768	983	135
Fixr-88	12.7×8	789.6	1,464	1,248	878	1,123	135

は販売準備中です。

保護キャップ・オプション・共通部材

(単位:mm)

部材図	呼名	区分	φD1	φD2	L	材質
 φD1 φD2 L	保護キャップ	Fixr22/33	85	98	480 (現場調整可)	PE
		Fixr44/55	127.8	146	560 (現場調整可)	
		Fixr66/77	127.8	148	760 (現場調整可)	
 φD1 φD2 L	オプション余長調整用シムカラー ^{※5}	Fixr22/33	95	91	52	S45C HDZT77 または SUS304
		Fixr44/55	120	116	52	
		Fixr66/77	135	131	52	
 φD1 L	オプションシムカラー用キャップ	Fixr22/33	127.8	—	余長調整長による	PE
		Fixr44/55	162	—		
		Fixr66/77	194	—		

※5 オプション余長調整用シムカラーは、現場条件に応じた部材の選択が可能です
緊張余長が不足する場合は、グリップエクステンションセットをご用意ください

共通部材①

コーキング材

部材の形状及び材質については予告なしに変更する場合があります。また、各部材で示している数値は規格値を示すものではありませんので、ご了承ください
許容引張り力 (Tas) は、地盤工学会基準「グラウンドアンカー設計・施工基準、同解説」(JGS4101-2012) に基づいたものです

Fixrグラウンドアンカー 5つの優位性

	従来アンカー	Fixrアンカー
高耐食	補修サイクル 20年程度^{※6}  鋼材はグリス、シーリングで防食	補修サイクル 50年程度  SUS材、ECFなど耐食性材料のみで構成(防食構造Ⅲ相当 ^{※7})
高耐力	付着強度 $\tau_b=1.03N/mm^2$^{※8}  アンカー体の付着切れ ^{※9} が生じやすい	付着強度 $\tau_b>2.07N/mm^2$^{※8}  スパイラル筋で補強し、付着強度大
荷重調整機能	荷重調整範囲 小  過緊張の場合など除荷が困難となる場合がある	荷重調整範囲 大  インナーネジにより、過緊張時の除荷も容易
点検性	点検効率 低  キャップを外さないと定着状況を点検できない	点検効率 高  キャップレス仕様では定着具を概観目視できる
トータルコスト	トータルコスト 1.00^{※10} 50年間のトータルコスト比	トータルコスト 0.8~0.9程度^{※10} 50年間のトータルコスト比

※6 国土交通省：長期修繕計画作成ガイドライン 2021 を参考とした

※7 防食構造Ⅲ(地盤工学会基準)は、河岸や湖岸、河川施設等の水際環境や沿岸や湾岸施設等の塩分環境、温泉地帯等の強酸性地盤環境等^{※11}で長期間使用する防食レベル

※8 試験例、竹本ら：スパイラル筋で補強したグラウンドアンカーの現場引抜き試験(その1,2), 第55回地盤工学研究発表会, 2020

※9 付着切れとは、テンドンとグラウトとの付着が切れる場合により発生する((公社)地盤工学会：地盤工学会基準『グラウンドアンカー設計・施工基準、同解説(JGS4101-2012)』)

※10 従来工法について供用期間50年で補修を最低1回行うと仮定した場合の試算例

※11 酸性地盤環境では使用する注入グラウトを含めたアンカー体の劣化について検討が必要である



製造・販売元 **サンスイ・ナビコ株式会社**

〒103-0025 東京都中央区日本橋茅場町 2-7-1 2F

TEL:03-5623-3600 FAX:03-5623-5554

