

技術名：EHDアンカーHP工法

— 経済性・耐久性・メンテナンス性に優れたグラウンドアンカー工法 —

NETIS 登録番号：HK-230017-A

1. 開発の趣旨

近年、国土交通省ではインフラ長寿命化計画が策定され、永続的なインフラ機能発揮とメンテナンスの生産性向上、道路橋示方書では性能発揮期待期間として設計供用期間 100 年標準が規定され、メンテナンスサイクルや塩害対策を含めた性能規定による長寿命化と耐久性向上が求められている。

こうした最新の技術トレンドを踏まえ、経済性・耐久性・メンテナンス性に優れたグラウンドアンカー工法を開発した。

2. 技術概要

EHD アンカーHP(HP：HyPer の略)工法は、エポキシ樹脂被覆最小厚 0.4mm による設計耐用年数 100 年と、従来技術の普通 PC 鋼より線のグラウト付着性能 1.5 倍を有する高付着型の硅砂付着 ECF(Epoxy Coated and Filled)テンドンを使用し、従来アンカー耐久性弱点の頭部構造を高い品質特性にした、経済性・耐久性・メンテナンス性に優れたグラウンドアンカー工法である。

アンカー頭部は、従来技術で用いた、頭部キャップ内の無めっき鉄素地定着具、充填グリース、および自由長シース切断部を支圧板背面で保護する背面止水構造をなくして、長尺型ナット付のニッケル(Ni)めっき定着具(くさび・アンカーヘッド・ナット)、透明キャップなどの頭部キャップ、プレート止水構造を採用したことから、耐久性・メンテナンス性などが向上している。

長尺型ナット付 Ni めっき定着具は、近年の大地震や豪雨など不測事態のアンカー力増大に対応し、アンカー力調整長が標準で約 50mm として、増アンカー対策の経済設計が可能となる。

3. 特長

EHD アンカーHP 工法の特長は、次に示す通りである。

(1) アンカーテンドンの耐久性

アンカーテンドンは、内部充てん型エポキシ樹脂被覆 PC 鋼より線の樹脂表面に高付着強度が得られる硅砂を固着した高付着型の硅砂付着 ECF テンドンを使用している。本テンドンは、緊張状態塩分耐久性、強酸・強アルカリの耐久性、エポキシ樹脂被覆最小厚 0.4mm での設計耐用年数 100 年の耐久性を有する。

(2) アンカー頭部の耐久性・構造性能

アンカー頭部は、充填グリースなしの、頭部キャップ・Ni めっき定着具・プレート止水構造で構成している。本頭部は、頭部全体封止性能の防食耐久性、Ni めっき定着具防食耐久性、頭部キャップ耐落石衝撃性能、頭部キャップ・プレート止水構造の耐水压性能を有する。

(3) アンカー構造による設計合理性

アンカー構造は、高付着型の硅砂付着 ECF テンドンおよびアンカー力調整に優れた長尺型ナット付 Ni めっき定着具で構成している。同テンドンは、アンカー体長短縮の設計合理性が図れるように、従来技術の普通 PC 鋼より線 1.5 倍のグラウト降伏付着強度を有する。同定着具は、

設計供用期間の予期せぬ地震力・地すべり力などの作用荷重増大に対する、増アンカー対策経済性および超過アンカー力適応性の設計合理性が図れるように、アンカー力調整長が標準約50mm(減調整長30mm、増調整長約20mm)を有する。

(4) アンカーのメンテナンスの経済性

アンカーは、充填グリースなしの定着具外観目視可能な頭部キャップ(透明キャップなど)、およびプレート止水構造で構成している。充填グリースなしは、頭部グリースの日射熱劣化による防食機能消失回復のための、充填グリース定期交換(5~10年毎)が不要となる。定着具外観目視可能な透明キャップなどの頭部キャップ、およびプレート止水構造は、アンカー維持管理の頭部点検調査が外観目視のみに作業縮減できる。従来技術アンカーは、頭部点検調査で頭部キャップ取外し・グリース除去・頭部詳細調査(定着具露出調査)・頭部背面調査・頭部キャップ再設置・グリース再充填の6作業が必要である。新技術は、これら作業が不要になる。充填グリースの定期交換不要効果、および頭部点検調査の大幅な作業縮減効果により、メンテナンスの経済性が図れる。

これら特長により、ライフサイクルコスト縮減および修繕等費用の平準化が図られ、「予防保全型維持管理」が可能になることから、国土交通省策定のインフラ長寿命化計画に貢献できる。

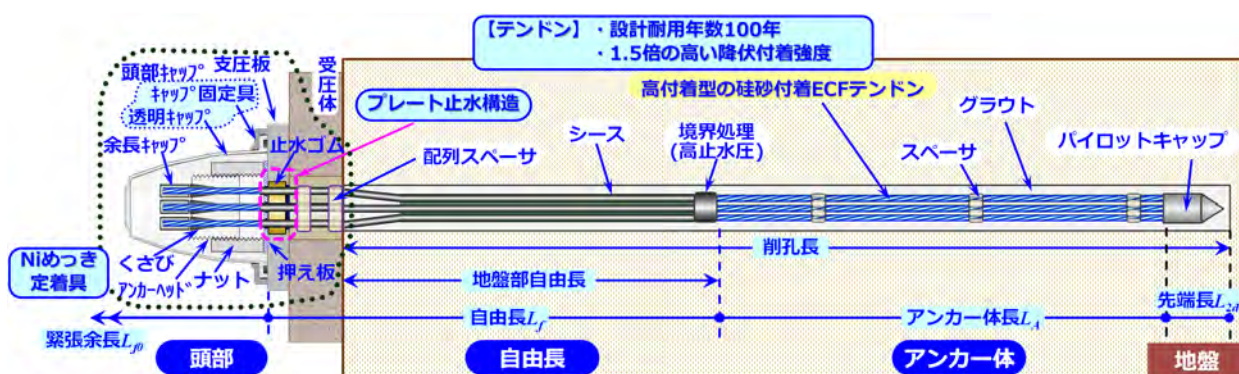


図-1 EHDアンカーHP工法の概念

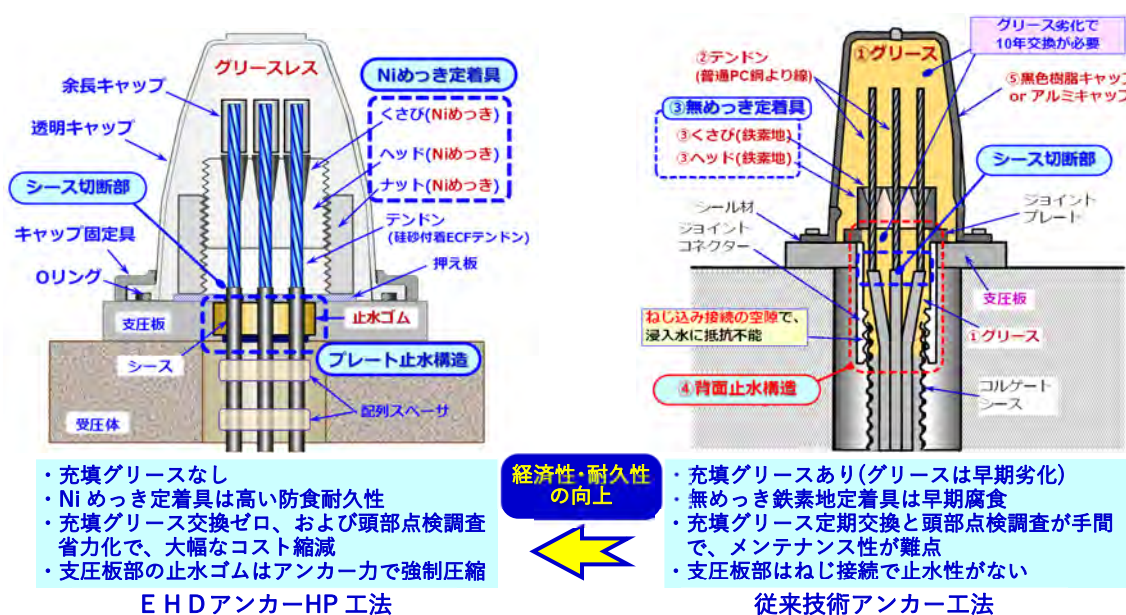


図-2 EHD アンカーHP 工法と従来技術の頭部構造比較

- お問合せ 弘和産業株式会社
- 営業担当 越後 隆介
- ・ メール r.echigo@kowa-anchor.co.jp
 - ・ 電話(代) 0428-32-2811
- 技術担当 川崎 廣貴
- ・ メール h.kawasaki@kowa-anchor.co.jp
 - ・ 電話(代) 0428-32-2811

■ E H D アンカー H P 工法 説明 WEB

https://www.kowa-anchor.co.jp/product/groundanchor/ehd_hp/index.html#gsc.tab=0

■ E H D アンカー H P 工法 カタログ DL

<https://www.kowa-anchor.co.jp/download/catalog/EHD%E3%82%A2%E3%83%B3%E3%82%AB%E3%83%BCHP%E5%B7%A5%E6%B3%95.pdf>

■ E H D アンカー H P 工法 グラウンドアンカー設計・施工マニュアル DL

<https://www.kowa-anchor.co.jp/download/catalog/%E3%82%B0%E3%83%A9%E3%82%A6%E3%83%B3%E3%83%89%E3%82%A2%E3%83%B3%E3%82%AB%E3%83%BC%E8%A8%AD%E8%A8%88%E6%96%BD%E5%B7%A5%E3%83%9E%E3%83%8B%E3%83%A5%E3%82%A2%E3%83%AB.pdf>

経済性・耐久性・メンテナンス性に優れたグラウンドアンカー工法

EHDアンカーHP工法

【NETIS登録番号 HK-230017-A】

弘和産業株式会社

川崎 廣貴

お問合せ：tel.0428-32-2811

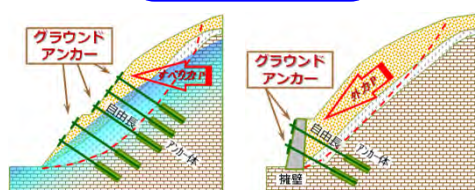
EHDアンカーHP工法 NETIS HK-230017-A

透明キャップ・Niめっき定着具の経済性に優れたアンカー

1

グラウンドアンカーの適用範囲 ⇒ 安定対策

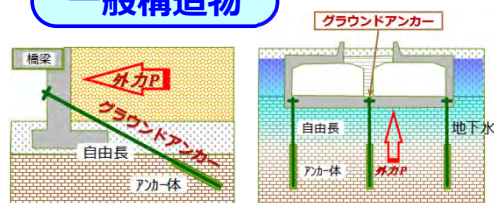
土工構造物



①のり面の安定

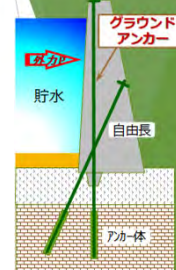
②擁壁の安定

一般構造物



④橋台の耐震

⑤浮力の安定

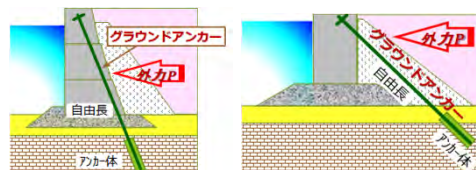


⑥ダムの耐震



③地すべりの安定

港湾・漁港構造物



⑦ブロック
岸壁の耐震

⑧ケーソン
岸壁の耐震

建築構造物



⑨建物の耐震

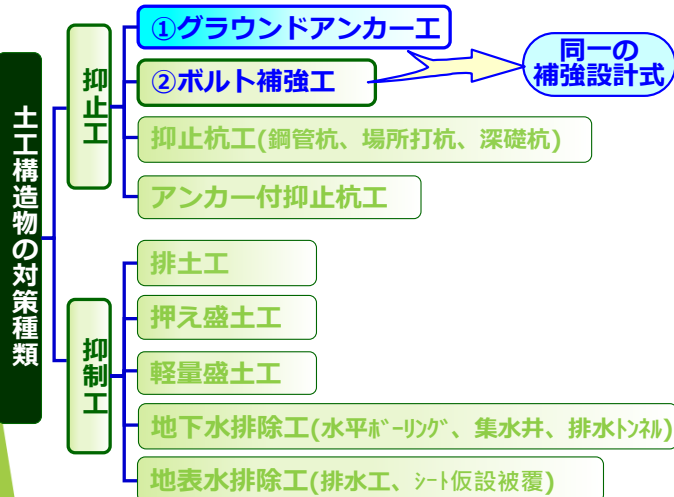
⑩塔の耐震

EHDアンカーHP工法 NETIS HK-230017-A

透明キャップ・Niめっき定着具の経済性に優れたアンカー

2

土工構造物でのアンカー対策の位置付け



項目	①アンカー工	②ボルト補強工
適用範囲	広い	狭い
概要	プレストレスありで変形抑止アンカー一体のみが、地山固着自由長あり	プレストレスなしで変形抑制全長が、地山固着自由長なし
補強効果	変形ゼロの抑止効果	地盤変形による補強効果(適用範囲が限定)
地盤固定	アンカー一体で摩擦固定	全長で摩擦固定
補強材	テンドン (PC鋼より線で構成)【降伏強度が鉄筋の4.6倍】	ボルト (異形鉄筋)
鋼材防食	[EHDアンカーHP工法の場合]工ボキシ被覆最小厚0.4mm塩分環境:設計耐用年数100年	亜鉛めっきと腐食代
崩壊厚さ	最大80m程度	最大3.0m程度
補強材長	最大100m程度	標準: 5.0m (最大: 7.0m)
最大抑止力	$T_m=4,000\text{kN/m}$ 程度	$T_m=200\text{kN/m}$ 程度
耐久年数	一般工法で50年程度	ナット部防食で30年程度 ナット防食: HDZT49

EHDアンカーHP工法 NETIS HK-230017-A

透明キャップ・Niめっき定着具の経済性に優れたアンカー

3

従来技術アンカーの頭部構造 ⇒ 耐久性が弱点

従来技術：頭部構造の解決課題

- ①充填グリース：日射熱で、**早期劣化** ⇒ 交換が必要
- ②定着具：無めっき鉄素地の鋼材で、**早期腐食**
- ③背面止水構造：不完全で、**湿気・水影響**を受ける
- ④点検調査：点検目視で、**内部の劣化確認が不能**
- ⑤メンテナンス性：グリース交換と頭部点検調査で、**メンテナンス費用が著しく大きい**

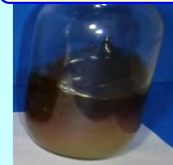
定着具が早期腐食 ⇒ 従来技術は、無めっき鉄素地の鋼材

■無めっき鉄素地
・塩水噴霧試験
・試験6時間：腐食



充填グリースが早期劣化

■グリース室内試験
・黒布被覆で、日射熱暴露
・暴露5年：黒褐色劣化



点検で劣化確認が不能



EHDアンカーHP工法 NETIS HK-230017-A

透明キャップ・Niめっき定着具の経済性に優れたアンカー

4

新技術：EHDアンカーHP工法の頭部構造

新技術の頭部構造

⇒ 耐久性とメンテナンス性が向上

- ① 充填グリース： 充填なし⇒ グリース交換不要
- ② 定着具： Niめっき防食⇒ 高耐久性
- ③ 支圧板部止水： プレート止水構造⇒ 高耐久性
- ④ 点検調査： 透明キャップ⇒ 点検の外観目視で、内部確認が可能
- ⑤ メンテナンス性： グリース交換なしと頭部点検調査省力化で、大幅なコスト縮減

新技術キャップ



内部目視が可能

従来技術キャップ



内部目視が不能

透明キャップとNiめっき定着具



EHDアンカーHP工法 NETIS HK-230017-A

透明キャップ・Niめっき定着具の経済性に優れたアンカー

5

EHDアンカーHP工法の概念

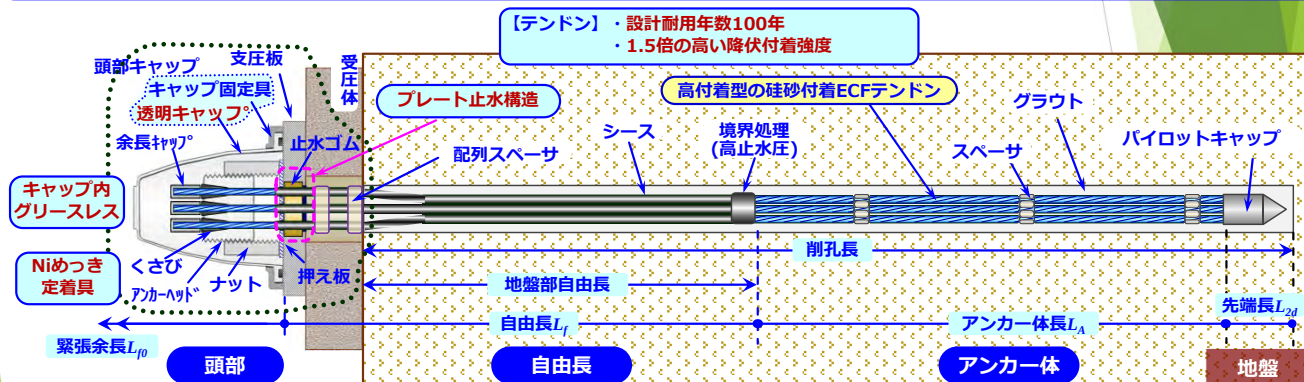
新技術：EHDアンカーHP工法

☆ 頭部構造とテンドンの耐久性が優位 ☆

特長

☆ 経済性・メンテナンス性に優れる ☆

100年耐久性テンドン・1.5倍付着強度・Niめっき定着具・透明キャップ・グリースレス



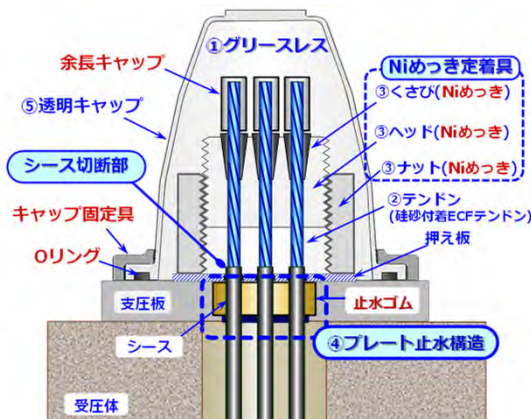
EHDアンカーHP工法 NETIS HK-230017-A

透明キャップ・Niめっき定着具の経済性に優れたアンカー

6

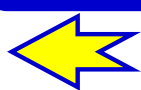
新技術と従来技術の頭部構造の比較

EHDアンカーHP工法

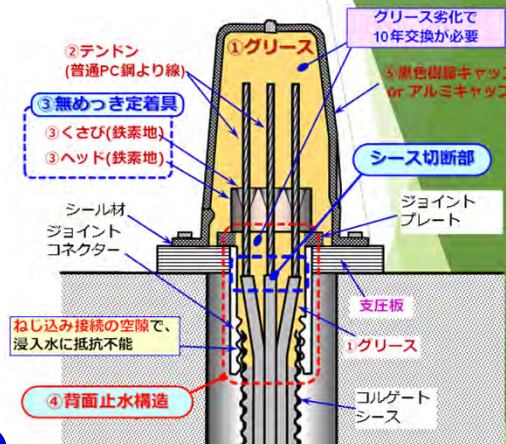


- ① 充填グリースなし
- ② Niめっき定着具は高い防食耐久性
- ③ グリース交換ゼロと頭部点検調査省力化で、大幅なコスト削減
- ④ 支圧板部の止水ゴムはアンカー力で強制圧縮

経済性・耐久性
の向上



従来技術アンカー工法



- ① 充填グリースあり(グリースは早期劣化)
- ② 無めっき鉄素地定着具は早期腐食
- ③ 充填グリース定期交換と頭部点検調査が手間、メンテナンス性が難点
- ④ 支圧板部はねじ接続で止水性がない

EHDアンカーHP工法 NETIS HK-230017-A

透明キャップ・Niめっき定着具の経済性に優れたアンカー

7

新技術と従来技術の比較一覧

項目	① 新技術：EHDアンカーHP工法	② 従来技術
① テンドン種類	高付着型の硅砂付着ECFテンドン	無めっき鉄素地PC鋼より線テンドン (グリース依存防食)
② エポキシ樹脂被覆厚	0.4~1.2mm (設計耐用年数：100年)	—
③ 降伏付着強度 (普通PC鋼より線倍率)	1.5倍以上	1.0倍
④ 定着具	Niめっき：高耐久性	無めっき鉄素地：早期に腐食
⑤ 充填グリース	充填なし ⇒ 交換ゼロ	充填あり ⇒ 早期劣化：10年交換
⑥ アンカー力調整(標準)	ナット調整長：50mm	ナット調整長：10~20mm
⑦ ライフサイクルコスト	53 % に縮減	100 %

EHDアンカーHP工法 NETIS HK-230017-A

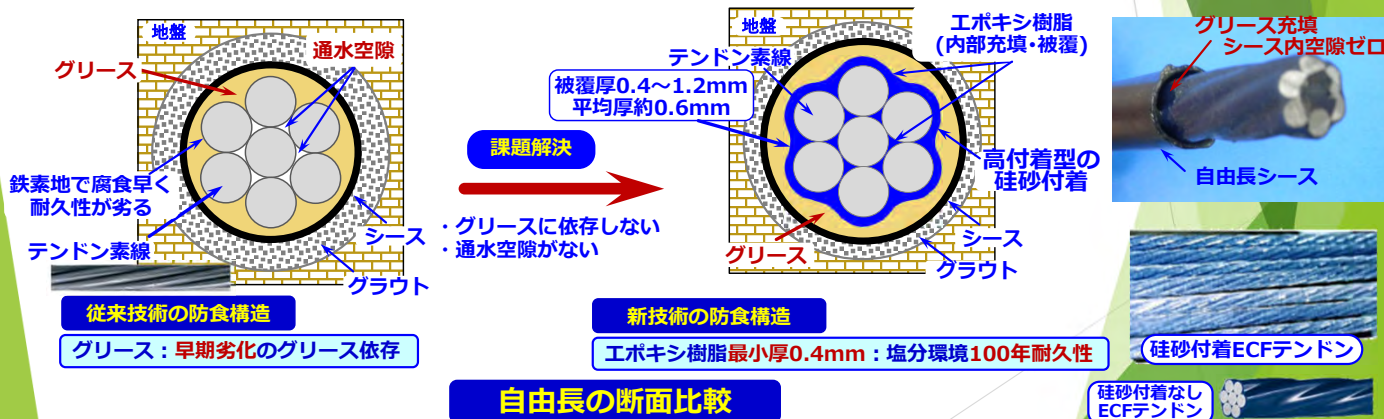
透明キャップ・Niめっき定着具の経済性に優れたアンカー

8

新技術の耐久性・安全性

高付着型の硅砂付着ECFテンドン ⇒ 海水飛沫帯で100年耐久性

- ① テンドンの樹脂被覆厚 $t=0.4\text{mm}\sim 1.2\text{mm}$ (平均厚 0.6mm)は、海水飛沫帯で100年耐久性
- ② 表面の硅砂付着で、グラウトとの付着強度は普通PC鋼より線に比べて、1.5倍以上高く安全性が向上
- ③ 自由長は、通水箇所がなく、頭部側に通水しない



EHDアンカーHP工法 NETIS HK-230017-A

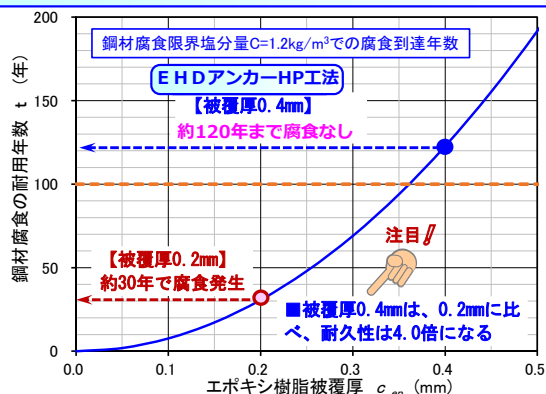
透明キャップ・Niめっき定着具の経済性に優れたアンカー

9

新技術100年耐久性の理論的根拠 (耐久性)

- ① エポキシ被覆厚は、 $t=0.4\text{mm}\sim 1.2\text{mm}$ (平均厚 0.6mm)であり、最小被覆厚で塩化物イオン到達まで120年が必要。海水飛沫帯・凍結防止剤散布などの塩分環境で、高い耐食性が保証されている
⇒ 土木学会規準では「設計耐用年数: 100年」と規定
- ② 最小被覆厚 $t=0.4\text{mm}$ は、 0.2mm に比べ、塩分環境での耐久性は4.0倍になる

① テンドンのエポキシ被覆厚と腐食発生年数



② 計算式

$$C_d = \gamma_{cl} \cdot C_0 \left(1 - \text{erf} \left(0.05 c_{ep} / \sqrt{t \cdot D_{epd}} \right) \right) \leq C_{lim} = 1.2 \text{ kg/m}^3 \dots (1)$$

ここに、 C_d : 素地PC鋼材表面の塩化物イオン濃度の設計値(kg/m^3)
 C_{lim} : 鋼材腐食の限界塩化物イオン濃度(1.2kg/m^3)
 γ_{cl} : 鋼材位置の塩化物イオン濃度の設計値 C_d のばらつきを考慮した安全係数 一般に、1.3とされる。
 C_0 : エポキシ樹脂表面の想定塩化物イオン濃度(飛沫帯 13.0kg/m^3)
 c_{ep} : エポキシ樹脂被覆厚(mm)
 t : 塩化物イオン侵入に対する耐用年数(年)
 D_{epd} : エポキシ樹脂被覆内での塩化物イオン拡散係数($=2.0 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{年}$)

土木学会: エポキシ樹脂塗装鉄筋を用いる鉄筋コンクリートの設計施工指針【改訂版】、コンクリートライブラリー、No.112, 2003. 11

EHDアンカーHP工法 NETIS HK-230017-A

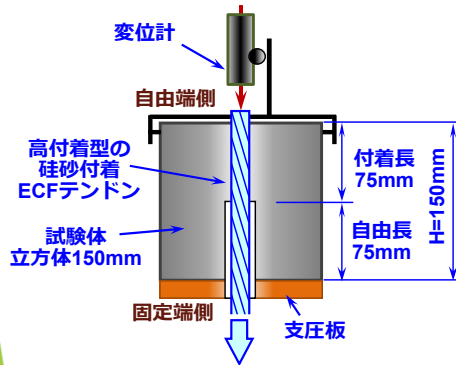
透明キャップ・Niめっき定着具の経済性に優れたアンカー

10

テンダンのグラウト降伏付着強度（経済性・安全性）

テンドン・グラウトの付着試験

付着試験概念



(試験方法：コンクリート標準示方書規準編JSCE-E736)

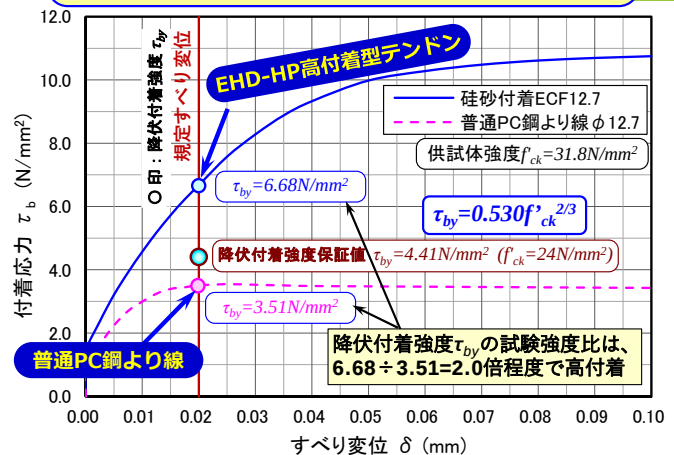
付着試験状況



降伏付着強度の比較

試験照査結果：

従来の普通PC鋼より線の2.0倍程度の強度



EHDアンカーHP工法 NETIS HK-230017-A

透明キャップ・Niめっき定着具の経済性に優れたアンカー

11

EHDアンカーHP工法の高い降伏付着強度

許容値：1.5倍に設定

☆設計 ⇒ 普通PC鋼より線の1.5倍の許容付着強度を採用する

☆高付着型の硅砂付着ECFテンダンの適用効果

⇒ グラウトとの降伏付着強度が、普通PC鋼より線に比べて、1.5倍以上の高強度

⇒ 高強度により、アンカー体グラウトにひび割れが生じ難い ⇒ 地盤固着性能が向上

	降伏付着強度 τ_{by} 算定式	降伏付着強度※2 τ_{by} (N/mm ²)	付着安全係数 f_{sb}	許容付着強度※2 τ_{ba} (N/mm ²)	比
EHDアンカーHP工法 (高付着型硅砂付着ECFテンドン)	$\tau_{by} = 0.530f'_{ck}{}^{2/3}$	4.41	2.25	1.9 ⇒ 設計 1.2	2.3 設計1.5
普通PC鋼より線 (引張型)	$\tau_{by} = 0.210f'_{ck}{}^{2/3}$	1.75	2.25	0.8	1.0
異形PC鋼棒※1 (圧縮型・分散型拘束具)	$\tau_{by} = 0.280f'_{ck}{}^{2/3}$	2.23	1.50	1.6	—

※1) コンクリート標準示方書(異形棒鋼)

※2) グラウト圧縮強度： $f'_{ck} = 24.0 \text{ N/mm}^2$

EHDアンカーHP工法 NETIS HK-230017-A

透明キャップ・Niめっき定着具の経済性に優れたアンカー

12

Niめっき定着具の耐久性

従来の無めっき鉄素地定着具に比べて向上

腐食促進試験結果：Niめっき定着具の防食性能確認

土木分野で一般的な亜鉛めっきと比較

塩水噴霧試験 1000h

Niめっき

溶融亜鉛めっき
HDZT77

電気亜鉛めっき
Ep-Fe/Zn8/CM2

赤錆発生

極度の赤錆

塩水噴霧試験 2000h

Niめっき

溶融亜鉛めっき
HDZT77

赤錆進行

照査結果：Niめっきは、溶融亜鉛めっきよりも赤錆がなく、防食耐久性が高い

EHDアンカーHP工法 NETIS HK-230017-A

透明キャップ・Niめっき定着具の経済性に優れたアンカー

13

頭部構造の耐久性

頭部構造の封止性

塩水噴霧試験 3600h

☆道路橋示方書・塩害対策S区分
⇒ 耐久性能100年に相当



塩水噴霧試験装置への
試験体設置



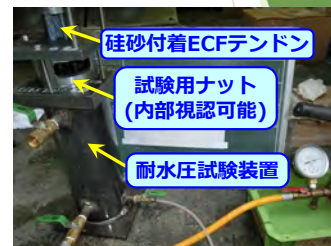
試験後の試験体状況



照査結果⇒腐食なし

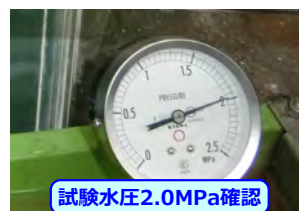
※封止効果とNiめっき効果が良好

プレート止水構造の耐水圧性

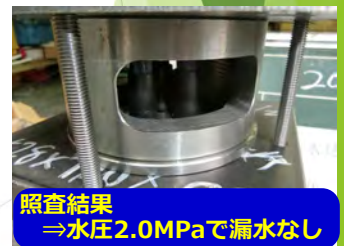


試験用ナット
(内部視認可能)

耐水圧試験装置



試験水圧2.0MPa確認



照査結果
⇒水圧2.0MPaで漏水なし

EHDアンカーHP工法 NETIS HK-230017-A

透明キャップ・Niめっき定着具の経済性に優れたアンカー

14

活用の効果「建設段階」

項 目	活用の効果	比較の根拠
①経済性	向上(7.24%)	透明キャップ・Niめっき定着具・止水構造により経済性が向上
②工程	短縮(3.65%)	新部材の採用により、頭部処理工(背面処理・前面処理)の工程が向上
③品質	向上	耐久性、プレストレス保持性とメンテナンス性で品質向上
④安全性	向上	グラウト付着強度とアンカー力調整機能で安全性向上
⑤施工性	向上	アンカー長適用範囲、充填グリースなしの頭部処理工削減で施工性向上
⑥周辺環境への影響	向上	グリースの温室効果ガス削減と現場油汚れ・廃材ゼロで環境向上

活用の効果「従来技術アンカーのグリース交換コスト」

項 目	交換歩掛	交換コスト
①頭部保護撤去	0.10 日/本	8,025 円/本
②頭部修復(グリース充填)	0.08 日/本	8,642 円/本
③頭部グリース材料(交換材料費)	—	3,000 円/本
④グリース交換 1回/本当り合計	0.18 日/本	19,667 円/本
■設計供用期間当り		
アンカー設計供用期間 t_d	50 年	50 年
グリース交換回数 N (10年交換)	5.0 回/50年	5.0 回/50年
供用50年当り 頭部グリース交換 集計	0.90 日 /本/50年	98,333 円/本/50年

新技術は、ゼロ

活用の効果「アンカー頭部調査のコスト」

調査項目		調査数量	EHDアンカーHP工法	従来技術アンカー
①定期点検(外観調査)	小 計	10%	9,705 円/本	9,705 円/本
	・ 現場調査	—	8,125 円/本	8,125 円/本
	・ データ整理	—	1,580 円/本	1,580 円/本
②頭部キャップ取外し工	小 計	10%	—	8,025 円/本
③頭部詳細調査(露出調査)	小 計	10%	—	40,190 円/本
	・ 現場調査	—	—	32,500 円/本
	・ データ整理	—	—	7,690 円/本
④頭部背面調査	小 計	5%	—	187,545 円/本
	・ 除荷工	—	—	23,445 円/本
	・ 現場調査	—	—	21,020 円/本
	・ データ整理	—	—	7,690 円/本
	・ 再緊張定着工	—	—	135,390 円/本
⑤頭部キャップ再設置工	小 計	10%	—	11,649 円/本
頭部調査費 (1本当り)		—	9,705 円/本	257,107 円/本
頭部調査費 (供用50年当り)		(10回×項目小計×数量%)	9,705 円/本/50年	163,335 円/本/50年

6%に縮減 ⇒ 向上94%

EHDアンカーHP工法 NETIS HK-230017-A

透明キャップ・Niめっき定着具の経済性に優れたアンカー

17

活用の効果「アンカー経済性の比較」

ライフサイクルコスト ⇒ 47%向上

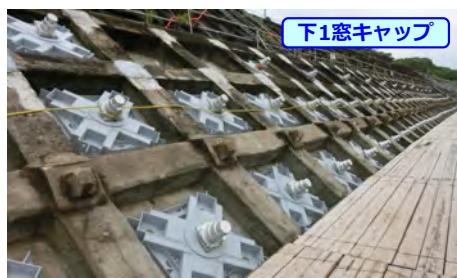
項 目		EHDアンカーHP工法		従来技術アンカー	
頭部構造	キャップ	透明キャップ		アルミキャップ	
	グリース	グリースなし		グリース充填	
	定着具	Niめっき		無めっき鉄素地	
建設段階コスト (1本当り)	施工費 C_w	186,691	98.8%	188,956	100%
	材料費 C_m	109,428	84.0%	130,275	100%
	工事費 C_c	296,119	92.8%	319,231	100%
保全段階コスト (供用50年 : 1本当り)	グリース交換費 C_{mL1}	0	0.0%	98,333	100%
	頭部調査費 C_{mL2}	9,705	5.9%	163,335	100%
ライフサイクルコスト	供用50年1本当り	305,824	52.7%	580,898	100%
経済性評価		EHDアンカーHP工法は、経済性が47%向上			

EHDアンカーHP工法 NETIS HK-230017-A

透明キャップ・Niめっき定着具の経済性に優れたアンカー

18

施工実績 ⇒ 42件（販売～:2年）



EHDアンカーHP工法 NETIS HK-230017-A

透明キャップ・Niめっき定着具の経済性に優れたアンカー

19

EHDアンカーHP工法 まとめ

- ① **テンドン耐久性**
⇒ 土木学会規準のエポキシ樹脂厚0.4～1.2mm(平均0.6mm)で、塩分環境のもとで**設計耐用年数100年**
- ② **従来の1.5倍付着強度**
⇒ 高付着型の硅砂付着テンドン採用により、普通PC鋼より線の**1.5倍以上**の**高い降伏付着強度**で、**経済性が向上**
- ③ **頭部構造耐久性（Niめっき定着具とグリースレス）**
⇒ 従来アンカーの弱点であった、早期劣化の充填**グリースが不要**となり、**Niめっき定着具**で、**高い耐久性**を担保
(特許第6861975号、特許第6948658号、特許第7166550号)
- ④ **活用効果**
⇒ **建設費：7%向上、工程：4%向上、品質・安全性・施工性も向上**
⇒ **グリース交換・頭部調査の省力化 ⇒ ライフサイクルコスト：47%向上**

EHDアンカーHP工法 NETIS HK-230017-A

透明キャップ・Niめっき定着具の経済性に優れたアンカー

20

E N D

ご清聴ありがとうございます

弘和産業株式会社

<https://www.kowa-anchor.co.jp/index.html#gsc.tab=0>