

VSLステイケーブルシステム

問合せ先：VSLジャパン(株) 〒160 東京都新宿区西新宿3-2-26立花新宿ビル TEL.03-3346-8913 FAX.03-3345-9153

1. 工法の概要

VSLステイケーブルシステムとは、従来のVSLポストテンション工法を斜張橋用吊りケーブル（斜張ケーブル）として発展させたものである。本システムは次の基本的要素から構成される。

- 1) ケーブル材（SWPR7B ϕ 15.2mm）
- 2) 保護管

- 3) 定着体
- 4) 防錆材

各PCストランドの定着は、従来のVSL工法と同様くさび定着で、緊張側定着端では外ねじを切ったアンカーにナット定着される。ケーブルの防錆は、保護管および緊張力導入後に管内に注入する防錆材により確保される。また、モノストランドですでに防錆されたストランドも使用可能である。ケーブルの製作は、現場製作、工

表-1 標準ストランド構成と緊張容量

ユニット	ストランド本数	断面積 (mm ²)	単位質量 (kg/m)	引張荷重 P_u (kN)	*参考 $0.4P_u$ (kN)
7S15.2B	7	970.9	7.707	1 827	730.8
12S15.2B	12	1 664.4	13.212	3 132	1 252.8
19S15.2B	19	2 635.3	20.919	4 959	1 983.6
22S15.2B	22	3 051.4	24.222	5 742	2 296.8
31S15.2B	31	4 299.7	34.131	8 091	3 236.4
37S15.2B	37	5 131.9	40.737	8 214	3 862.8
43S15.2B	43	5 964.1	47.343	9 657	4 489.2
55S15.2B	55	7 628.5	60.555	14 355	5 742.0
61S15.2B	61	8 460.7	67.161	15 921	6 368.4
73S15.2B	73	10 125.1	80.373	19 053	7 621.2
85S15.2B	85	11 789.5	93.585	22 185	8 874.0
91S15.2B	91	12 621.7	100.191	23 751	9 500.4

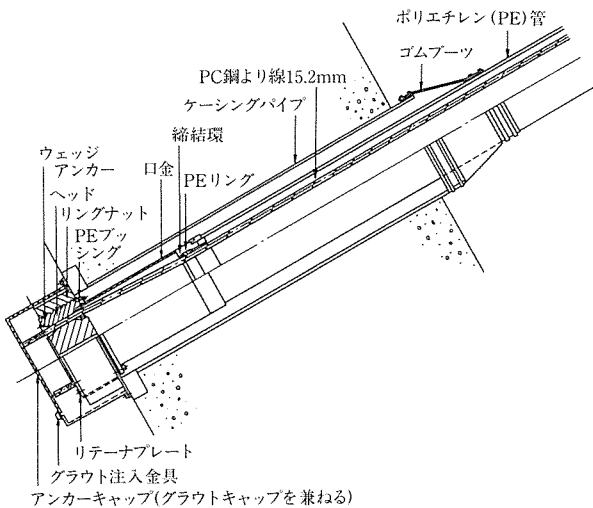


図-1 VSLステイケーブルシステム緊張定着体詳細図

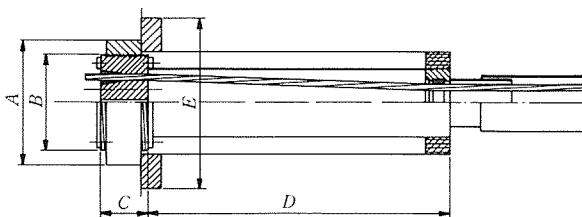


図-2 緊張定着体の形状図

場製作の両方が可能である。

2. PC鋼材と緊張容量

(1) P C 鋼材

使用するPC鋼材としては、JIS G 3536に適合する「7本より ϕ 15.2mmのPC鋼より線（B種）」を標準とする。

表-2 VSLステイケーブルシステム緊張定着体諸元

(単位:mm)

ユニット	A ϕ	B ϕ	C _{min}	D _{min}	E□
7S15.2B	210	160	80	350	250
12S15.2B	240	190	90	500	310
19S15.2B	290	230	110	750	390
22S15.2B	310	250	120	900	430
31S15.2B	340	280	140	950	480
37S15.2B	380	320	160	1 050	530
43S15.2B	425	350	160	1 550	540
55S15.2B	460	380	180	1 550	660
61S15.2B	460	380	180	1 850	660
73S15.2B	530	440	180	1 900	700
85S15.2B	540	440	190	2 100	730
91S15.2B	550	450	220	2 200	800

*上記諸元は、コンクリートの設計基準強度が 39.2N/mm^2 の場合である。

(2) 緊張容量

VSLステイケーブルシステムの標準ストランド構成と緊張容量を表-1に示す。使用するストランドの本数は標準構成から任意に低減し調整することができる。

3. 定着体

(1) 定着体の構成

VSLステイケーブルシステムの定着体は、支圧板、ケーシングパイプ、アンカーヘッド、くさび、PEブッシング、リテイナープレート、口金、締結管、PEリング、アンカーキャップ等から構成される。緊張側定着体ではこれにリングナットが加わり、外ねじを切ったアンカーヘッドにナット定着される。図-1に緊張定着体の詳細を示す。定着体近傍のコンクリート補強はスパイラル鉄筋によるのが標準であるが、グリッド筋を使用する場合もある。

(2) 定着体の諸元

表-2、図-2に緊張定着体の諸元を示す。

4. 保護管

(1) 材質

保護管としては高密度ポリエチレン管を標準とするが、このほかに亜鉛メッキ鋼管、FRP管等も使用される。VSLステイケーブル用のポリエチレン管は、クリープ特性と耐ストレスクラッキング特性に優れた高密度ポリエチレンを素材とし、カーボンブラックと紫外線吸収剤を添加して耐候性を向上させたものである。

(2) 寸法

標準ポリエチレン管の外径と肉厚を表-3に示す。

(3) 防錆方法

VSLステイケーブルの防錆には、セメントミルクによ

表-3 標準PE管の寸法

呼称 (吋)	ストランド 最大本数	外径 (mm)	厚み (mm)	質量 (kg/m)
3	7	89	4.9	1.32
4	12	110	6.3	2.03
4 1/2	19	125	7.1	2.60
5	22	140	8.0	3.29
5	31	140	8.0	3.29
6	37	160	9.1	4.27
7	43	180	10.2	5.38
8	55	200	11.4	6.68
8	61	200	11.4	6.68
9	73	225	12.8	8.44
9	85	225	12.8	8.44
10	91	250	14.2	10.41

るグラウト方式とノングラウト方式がある。ステイケーブルのグラウトは注入の高さが高いためノンブリージングのグラウトを注入する。注入作業は、最終張力調整終了後、突出したストランドを切断しアンカーキャップを取り付けてから実施する。

ノングラウト方式の場合は、PCストランド自体が防錆油、亜鉛メッキ、プラスチック材等で防錆されているので、定着体にワックス系の防錆材を注入し防錆する。

5. 架設方法

VSLステイケーブルの架設方法は次の通りである。

TYPE A：ステイケーブル全体を最終的架設位置以外で製作し、これを架設する方法。

TYPE A-1；工場製作ケーブルを架設する方法

TYPE A-2；現地ヤードで製作し、架設する方法

TYPE B：保護管のみをステイケーブルの最終的架設

表-4 VSL斜ケーブルの架設方法

TYPE A		TYPE B	
TYPE A-1	TYPE A-2	TYPE B-1	TYPE B-2
工場製作された斜ケーブルはリールに巻かれ、低床トレーラーに積載されて現地へ搬入される。 標準的な架設手順は次のとおり。 ① ケーブルリールを主桁上のアンローラーにセットする。 ② リールに巻かれた斜ケーブルを展開台車に載せて、主桁上に伸展する ③ 主塔側のアンカーヘッドを吊り治具とクレーンを用いて持ち上げながら、ウィンチにより主塔内に引き込み、リングナットで仮定着する。 ④ クレーンにて斜ケーブルのサグ取りを行いながら、主桁側のアンカーヘッドをウィンチを用いて主桁内に引き込み、リングナットで仮定着する。	斜ケーブルの製作場所としては既に完成した主桁上の一部、あるいは橋台背面のスペース等が利用できる。 標準的な架設手順は次のとおり。 ① ストランドを所要の長さで切断する。 ② ストランド束の一端に主桁側の定着体をセットする。 ③ ストランド束をくし形で整え、ストランドの平行性を確保する。 ④ 保護管の製作。 ⑤ 保護管をストランド束に被せる。 ⑥ 補助索道またはクレーンとウィンチを併用して、ケーブルを主桁側から主塔側に引き上げる。 ⑦ 主塔側の定着体をセットする。 上記以外に、現地ヤードにおける完全プレファブ工法もこのタイプに属する。	標準的な架設手順は次のとおりである。 ① 上部（主塔側）および下部（主桁側）の定着体の組立て。 ② 保護管の製作。 ③ 保護管の吊上げ。 ④ 一本目のストランドの挿入。 ⑤ 所定の緊張力を1本目のストランドに導入する。 ⑥ 上部定着体への保護管の固定。 ⑦ 2本目のストランドの挿入。 ⑧ 2本目のストランドを1本目と同じ長さになるまで緊張。 ⑨ 3本目のストランドの挿入。 ⑩ 以下同じ。	標準的な架設手順は次のとおりである。 ① ストランド束の製作。 ② 保護管の製作。 ③ 保護管の吊上げ。 ④ ストランド束を下側（主桁側）の定着体をとおして引き上げる。 ⑤ 定着体の取付け。 この方法では、ストランド束の製作ヤード、ストランド束を引き込む際のストランド束の設置スペース（例えば、箱桁内の下フランジ上）等が確保されなければならない。

位置に据付け、PCストランドを挿入する方法。

TYPE B-1；ストランドを1本ずつ挿入する方法

TYPE B-2；束ねたストランドを挿入する方法

上記の各方法のいずれを採用するかについては、個々のケースに対して現場条件、工費等の比較検討を行い、最適な架設方法を採用すればよい。各方法の概要を表-4に示す。写真-1はTYPE AによるVSLステイカブールの架設例である。

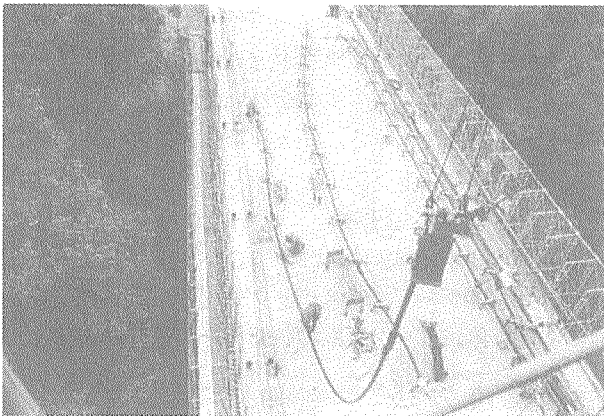


写真-1 TYPE Aによる斜ケーブルの架設

6. 緊張方法と張力調整方法

VSLステイカブールの緊張方法と緊張機器は、一般のポストテンション用VSL工法と同様である。緊張するステイカブールのユニットに応じて、表-5に示すセンターホール型のVSL油圧ジャッキを用いる。

張力の調整はリングナットの回転により行う。この時は、特殊ジャッキチェアーを用い支圧板に直接反力をとって緊張する。ストランド切断後の張力調整や張力の解放は、ERKのカップラーを介して図-3に示す手順により実施する。張力調整に使用する機器は緊張時と同一である。

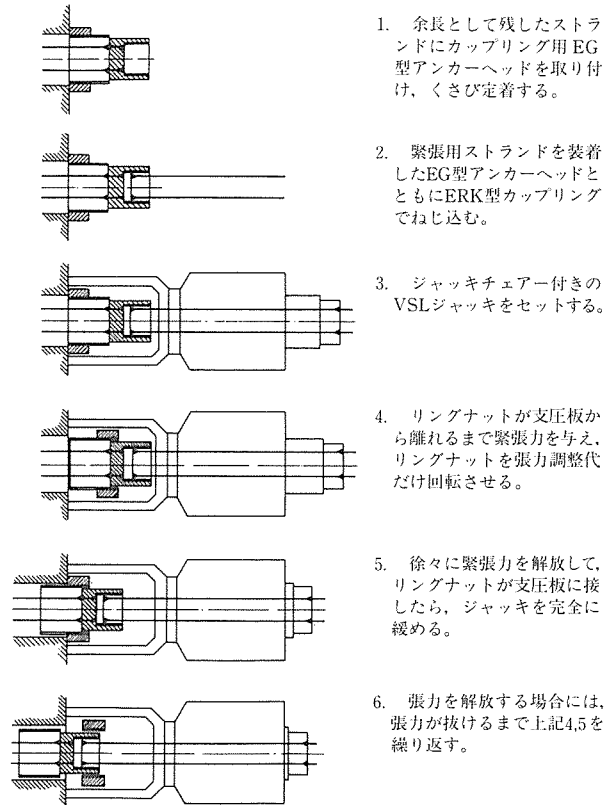


図-3 張力調整および張力解放の手順

7. VSLステイカブールSSIシステム

このシステムは、従来のステイカブールを施工性とメンテナンスを考慮して改良したもので、軽微な設備で施工でき、しかもストランド一本一本を簡単に検査と取替えができるものである。SSIとはSingle Strand Installation（単線ストランド挿入工法）のことである。その概要を写真-2, 3に示す。また、特徴は次の通りである。

(1) 優れた定着効率と高い疲労強度

このシステムは、実績の多いVSLポストテンションシステムを発展させたもので、実証済みのメタルウェッジで定着しているので定着効率・疲労強度ともに十分な性能を有している。

表-5 VSLジャッキの特性

ジャッキ名称	ZPE-23FJ	ZPE-170	ZPE-170FJ	ZPE-250	ZPE-280	ZPE-400	ZPE-500	ZPE-800	ZPE-1000	ZPE-1500
適用ユニット(本)	6-1	6-7	6-7	6-12	6-12	6-19	6-31	6-37	6-55	6-91
最大緊張荷重(kN)	225.6	1 667.6	1 667.1	2 451.7	2 745.9	3 922.7	4 903.3	7 845.3	9 806.7	14 710.0
(tf)	23	170	170	250	280	400	500	800	1 000	1 500
最大ストローク(mm)	200	200	220	200	200	210	350	300	200	200
最大緊張圧力(MPa)	63.5	58.1	60.3	51.5	60.8	56.5	57.4	58.7	56.6	55.7
緊張側受圧面積(cm ²)	35.5	287.3	276.5	476.1	452.1	695.5	854.5	1 336.0	1 733.0	2 638.9
全長(閉じた時)(mm)	510	630	520	960	750	760	985	1 155	1 105	1 210
最大直径(mm)	105	300	318	390	380	475	525	640	745	1 000
質量(kg)	26	185	195	410	330	560	1 000	1 850	1 980	4 320



写真-2 SSIガイドチューブと外套管

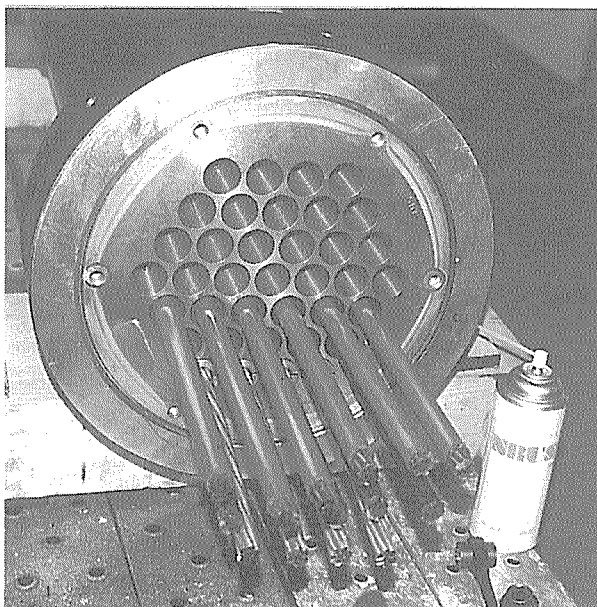


写真-3 SSI定着部と使用防錆ストランド

(2) 簡単なケーブル架設

ステイカブールの構造は、平行なPEガイドチューブの束をストランドのない状態で外套管に挿入したものに

工場製作の定着部を取付けたものである。この状態で数本のストランドを挿入し架設する。ストランドの重量がないため架設は簡単で早くでき重量機械も必要としない。架設後は、挿入機でガイドチューブにストランドを一本ずつ通して、挿入後はストランドを一本ずつでも、一括でも緊張することができる。

(3) 防食性

このSSIステイカブールは、ノングラウトタイプであり、次の防錆されたPC鋼材を使用する。

- ① アンボンドPCストランド
- ② メッキしたPCストランド
- ③ アンボンドメッキPCストランド
- ④ PEに封入されたPCストランド
- ⑤ その他防錆されたPCストランド

このシステムは、上記の防錆されたPC鋼材を使用し、さらにPEガイドチューブと外套管で保護されているため三重防錆以上になっており外套管内へのグラウトの必要性はない。

(4) 検査と取替え可能なシステム

各ストランドは、定着部において独特の形状にデザインされたガイドチューブに一本ずつ収められているので各ストランドの検査や取替えが簡単に行える。このことはステイカブールの引張力をほとんど損なわない状態で個々のストランドを取り替えることができる。従って、このシステムを使用した橋梁は、点検や保守作業を行っている間も交通制限なしで供用することができる。

8. 備 考

- 1) VSLステイカブールは疲労特性を向上させるために、アンカーヘッドにPEブッシングを締結環にPEリングを取り付けている。このため本工法の疲労強度は、 $0.4P_u \sim 0.4P_u + 196N/mm^2$ の変動応力に耐えることが実験により確認されている。
- 2) 外套管は、カーボンブラックを添加しない黒色以外のPE管は紫外線に対する耐久性が低く、ステイカブールの防錆用保護管としては不適當である。
- 3) 鋼制定着体のうちグラウトに接しない部位の防錆は、亜鉛メッキを施すかタールエポキシ等の適当な防錆材をコーティングすることにより行う。また、ノングラウトの定着体の防錆は、ワックス系の防錆油を注入することにより行う。
- 4) ステイカブールの張力管理は、ジャッキに取付けた高性能マノメーター（0.5級）と振動法とを併用して行うのが標準である。