

フレシネー工法

1. 工法の概要

コンクリートに高張力鋼を用いてプレストレスを与えるという高度な技術思想を世界ではじめて、工業的に確立したのは、フランスのユージン・フレシネーである。そのフレシネーが主宰した S.T.U.P およびその世界機構によって開発された構造物にプレストレスを導入する方式を総称してフレシネー工法と呼んでいる。本工法は現在もっとも世界的に普及しており、プレストレスされる構造物の 60% 以上が国の内外を問わずフレシネー工法で実施されている。

わが国におけるプレストレス コンクリートの実用化は、昭和 27 年、極東鋼弦コンクリート振興（株）が「フレシネー世界機構」に加入し、その技術を導入し、発展、普及、および改良、開発に努めたことにより、とみに促進された。今日までその卓越したシステム技術により、実施した工事件数は 15 000 件以上を数え、ますますその技術上、経済上の利点より広範囲の分野に応用されつつある。

フレシネー工法には P C 鋼線または P C 鋼より線を 12 本束ねたマルチワイヤーシステムおよびマルチストランドシステムと、P C 鋼より線を 1 本のまま用いるモノストランドシステムおよび複数本の P C 鋼より線を用いるモノグループシステムとがあり、一般にこれらが代表的なフレシネー工法のシステムである。

ケーブルの種類は使用される P C 鋼材の種別、線径、構成本数により異なり、その詳細は、表-1 に示すとおりである。

これらのケーブルは鉄筋コンクリート製および鋼製のフレシネーコーンと呼ぶくさび形式定着装置によって定着される。鉄筋コンクリート製の定着具はマルチワイヤーシステムに用いられ、雄コーン、雌コーンより成り、雌コーンはスパイラル鉄筋で補強された円筒状のモルタルブロックで中央部に円錐状の孔を有し、孔の表面は密着スパイラル高張力鋼線によって構成され、雄コーンは

表面に鋼線がはまる溝を持ったモルタル製円錐形くさびで中央に鋼管を備えている。ケーブル緊張後、この鋼管を通してケーブル中にグラウトが注入される。マルチストランドに用いる鋼制定着具は雄コーン、雌コーン、支圧板コーンジョイントより成り、雌コーン

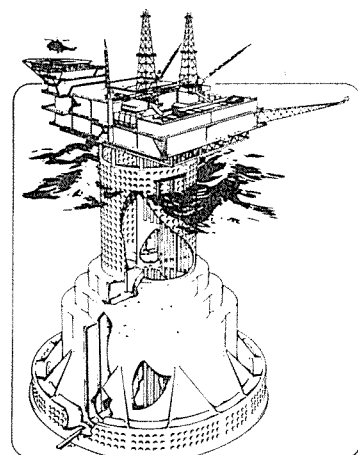


図-1 海中・石油タンク（北海）

は中央部に円錐状の孔を有する 12 T 12.4 mm, 12 T 12.7 mm 用と中央部の円錐状の孔に溝を切っている 12 T 15.2 mm 用とに分けられる。雄コーンは鉄筋コンクリート製コーンと同様な形式である。支圧板コーンジョイントはコンクリート打設時に型枠にとりつけておき、雄コーン、雌コーンは緊張時にセットされる。

ケーブルの緊張は雌コーンの穴を通して緊張された 12 本の P C 鋼材に雄コーンを圧入し、くさびの作用により定着される。P C 鋼材の緊張はフレシネージャッキおよびポンプによって行われる。これらはフレシネー工法独自の引張装置であり、フレシネー三動ジャッキはポンプのバルブ操作のみで、ケーブルの緊張、雄コーンの圧入（定着）、ジャッキの自動脱楔を行うことができる。緊張作業の完了したケーブルには、コーン中心孔よりグラウト注入が行われる。グラウトの練り混ぜには、高速度回転のグラウトミキサーが使用され、注入には FKK 式手動、または電動グラウトポンプを使用し、水セメント比の低いセメントペーストを、シース内にてん充し、ボンドと防錆を保って部材の安全性を保証する。

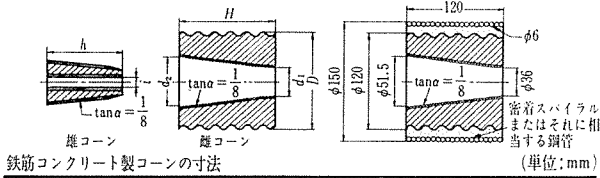
モノストランドシステムのケーブルは FKK 式定着具と呼ばれるくさび形式定着具で定着される。定着具はウェッジ、スリーブより構成されている。スリーブは中央部に円錐状の孔を有し、ウェッジは内面に P C 鋼より線を把む歯形を有する円錐形くさびである。ケーブルの緊張はジャッキ、ポンプによって行われ、ポンプのバルブ操作のみでケーブルの緊張、ウェッジの圧入（定着）、ジャッキの自動脱楔を行うことができる。グラウトは支圧板に設けられた穴よりケーブル緊張後に行われる。

モノグループシステムのケーブルはモノグループ定着具によって定着される。定着板は複数本の円錐形のくさびである。ケーブルの緊張はモノグループジャッキ、ポンプによって行われ、作動原理は先述の 2 つのシステム

と同様である。

2. 定着具

(1) マルチワイヤーシステム用 (12φ5, 12φ7 および 12φ8)



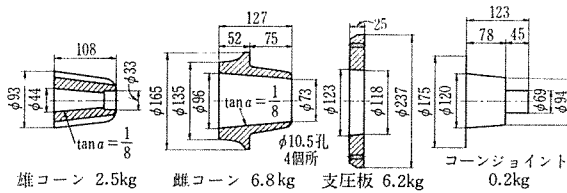
鉄筋コンクリート製コーンの寸法 (単位: mm)

種別	D	H	i	d ₁	d ₂	h	重量kg/組	備考
12φ5mm 用	96	100	8	28	46.8	74	2.5	埋込み、アウト向用
12φ7mm *用	120	120	11	36	61.5	95	4.7	埋込み用
12φ8mm 用	150	125	11	43	70.0	105	8.1	埋込み、アウト向用

* 12φ7mm コーンをアウトコーンで使用する場合はφ150mm、線径6mmの密着巻きスパイラル筋があるいはそれに相当する鋼管中に埋込んだ形で使用する。鉄筋コンクリート製コーンをアウトで使用するときは、コーンと部材の間に敷きモルタルまたは石綿板をはさむ。
(アウトコーン重量 9.1kg/組)

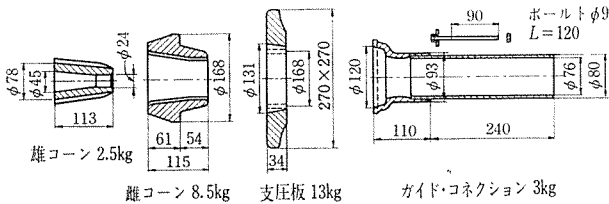
(2) マルチストランドシステム用

1) 12 T 12.4 mm, 12 T 12.7 mm 用



雄コーン 2.5kg 雌コーン 6.8kg 支圧板 6.2kg コーンジョイント 0.2kg

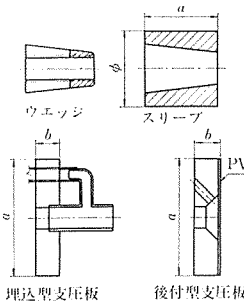
2) 12 T 15.2 mm 用



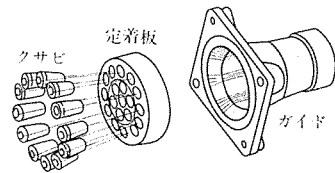
雄コーン 2.5kg 雌コーン 8.5kg 支圧板 13kg ガイド・コネクション 3kg

(3) モノストランドシステム用

種別	PC鋼より線(mm)	φ(mm)	α(mm)	重量(kg/set)	記事	埋込型			後付型		
						a(mm)	b(mm)	重量(kg/set)	a(mm)	b(mm)	重量(kg/set)
1T13	T 12.7	35	37	0.27	2-33	90	20	1.33	90	20	1.28
1T15	T 15.2	50	50	0.65	"	90	20	1.33	90	20	1.28
1T18	T 17.8	50	55	0.73	"	120	25	2.82	120	25	2.23
1T19	T 19.3	55	60	0.95	"	120	25	2.82	120	25	2.23
1T20	T 20.3	60	60	1.21	"	135	28	4.10	135	28	4.01
1T22	T 21.8	65	60	1.36	"	135	28	4.10	135	28	4.01

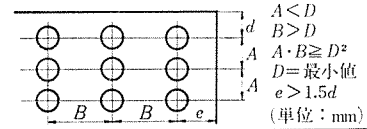


(4) モノグループシステム用



種別	定着体の形状 外径×厚さ(mm)	ガイドの形状 上面辺長×高さ(mm)	記事
8 T 15	φ200×64	500×500×40	フロンテジャッキング工法用
15 T 15 19 T 15	φ220×65	315×315×385	K 500 システム
19 T 18			準備中
37 T 15	φ320×95	450×450×465	K 1000 システム
37 T 18			K 1400 システム 準備中

(5) コーン最小配置間隔表



種別	12φ5	12φ7	12φ8	12T13	12T15
	埋込み アウト	埋込み アウト	埋込み アウト	アウト	アウト
h (コーン最小間隔)	120	140	180	300	350
d (コーン中心から部材端までの距離の最小値)	80	100	115	180	220

3. 緊張方法

(1) マルチワイヤーシステム, マルチストランドシステム

雌コーンの中心孔より突き出されたPC鋼材12本の内に雄コーンをそう入しておき、支圧リングを通した後、PC鋼材の余長部にジャッキをセットし、外筒のショルダーにPC鋼材をくさび止めにより、固定する。ポンプを作動させジャッキの緊張室を加圧すると外筒は後退し、PC鋼材に引張力が与えられる。所定の引張力に達したならば、ポンプのバルブを切り換えて、ジャッキの定着室を加圧し、雄コーンは雌コーン内に圧入する。雄コーンの圧入後、緊張室に通ずる液体の注入口を開い

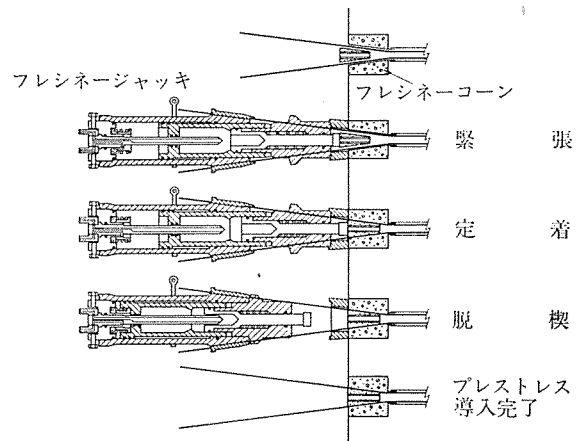


図-2 緊張手順 (マルチシステム)

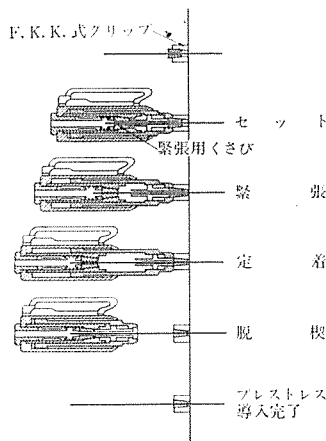


図-3 緊張手順 (モノストランドシステム)

て圧力を抜き、ケーブルは定着される。次にジャッキの
前部は復元室に通ずる定着室に液体を送るべく、バルブ
を切り換えると引きもどされ、ストロークのいちばん短
くなったところで、ジャッキの前部のショルダーがくさ
びにあたり脱楔が行われ、ジャッキは解放されて緊張作
業は完了する。

このように緊張、定着、脱楔はポンプの2本のレバー
を表示板に従って、操作することにより、バルブの開閉
が行われ、短時間で容易、確実な施工ができる。

緊張力の管理はポンプの圧力計およびPC鋼材の伸び
量の両者の測定によりチェックされ、正確な引張力が保
証される。

(2) モノストランドシステム

支圧板より突き出ているPC鋼材に、ウェッジ、スリ
ーブをセットし、PC鋼材の余長部にジャッキの中心孔
を差し込み、ポンプのバルブを“緊張”の位置にして緊
張室に油を送り込むと、ジャッキ内部に装着してある
ウェッジが自動的にPC鋼材を固定し、続いて引張力を
与える。定着、脱楔もポンプの2本のレバーを表示板に
従って操作することによって、バルブの開閉が行われ、
短時間で容易、確実な施工ができる。緊張力の管理はポ
ンプの圧力計とPC鋼材の伸び量、およびジャッキの付
属として、セットされている着脱自在なロードセルによ
って実施され、正確な引張力が保証される。

4. PC 鋼材およびシース

PC鋼材およびシースについては表-1に示す。

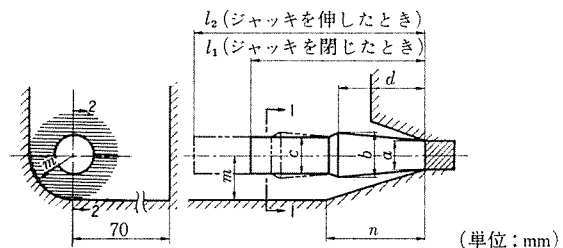
5. 使用ジャッキ

ジャッキの作業空間については表-2に、ジャッキの
性能については表-3に示す。

表-1 PCケーブルの種類およびシース径

システム	ケーブル の種類	ケーブル 断面積 (mm ²)	ケーブル 重量 (kg/m)	引張荷重 (t)	降伏点 荷重 (t)	シース 内径 (mm)
マルチ ワイヤー システム	12φ5	236	1.85	41.4	36.6	25
	12φ7	462	3.63	76.2	67.2	45
	12φ8	603	4.74	96.6	84.6	50
マルチ ストランド システム	12T 12.4	1 115	8.75	195.6	166.8	62
	12T 12.7	1 185	9.29	224.4	190.8	65
	12T 15.2	1 664	13.21	319.2	271.2	72
モノ グループ システム	8T 15.2	1 110	8.81	212.8	180.8	75
	15T 15.2	2 081	16.52	399.0	339.0	85
	19T 15.2	2 635	20.92	505.4	429.4	95
	19T 17.8	3 960	31.39	750.5	638.4	105
	37T 15.2	5 132	40.74	984.2	836.2	140
	37T 17.8	7 711	61.12	1462	1243	165
モノ ストランド システム (F.K.K.式)	1T 12.7	98.7	0.774	18.7	15.9	24
	1T 15.2	138.7	1.101	26.6	22.6	26
	1T 17.8	208.4	1.652	39.5	33.6	28
	1T 19.3	243.7	1.931	46.0	39.5	28
	1T 20.3	270.9	2.149	50.5	43.0	35
	1T 21.8	312.9	2.482	58.4	50.5	35

表-2 ジャッキの作業空間



ジャッキ 型式	摘 要	a (最小値)	b	c	d	l ₁	l ₂	m	n
D 型	12φ5mm用	120	162	135	300	600	800	160	350
E 型	12φ7mm用 (12φ5)(12φ8)	150	215	180	400	820	1120	175	
S-7型	12φ8mm用 (12φ7)	180	240	190	500	930	1230	200	
S-6型	12T13用	180	300	220	500	1000	1300	210	
S-F型	12T15用	190	350	250	650	1120	1420	250	

()内のケーブルにも使用できる。

6. 特 長

(1) マルチワイヤーシステム、マルチストランドシ
ステム

1) PC鋼材はコイルのまま現場まで輸送されるので
取り扱い輸送に便利である。

2) PC鋼材は定着のための予備加工を必要とせず、
また厳密な定長に切りそろえる必要がなく、現場で容易
にケーブルを組み立てることができる。

3) PC鋼線およびPC鋼より線を用いるので、ケー
ブルの曲線配置が容易である。

4) ケーブルはフレシネーコーン (定着具) によって
容易、確実に定着される。

5) ケーブルの緊張定着はフレシネージャッキおよび
ポンプによって短時間内に容易、確実に施工できる。

表-3 ジャッキの性能

種 別 項 目	マルチワイヤーシステム			マルチストランドシステム		モノストランドシステム			モノクレーフシステム			
	D 型 12φ5	E 型 12φ5 12φ7 12φ8	S-7 型 12φ7 12φ8	S6-B 型 12T12.4 12T12.7	SF-B 型 12T15.2	FK-33 T12.7 T15.2 T17.8	FK-50 T19.3 T20.3 T21.8	ツイン ジャッキ T12.7 T15.2	K-350 8T15.2	K-500 15T15.2 19T15.2	K-1000 19T17.8 37T15.2	K-1400 37T17.8
最大ストローク (mm)	200	300	300	300	300	200	200	320	250	250	250	250
引張ピストンの受圧面積 (cm ²)	78.2	157.8	161.0	300.0 (303.6)	426.0	53.4	72.45	31.8				
最大使用圧力 (kg/cm ²)	450	520	575	600	660	618	695	630				
最大緊張力 (Ton)	35	82	92.6	180 (182.2)	281.2	33	50	20	337	469	918	1380
圧入ピストンの受圧面積 (cm ²)	31.67	71.3	71.0	64.5 (63.5)	113 (90.0)	12.56	23	15.9				
重量 (くさび含まず) (kg)	46	100	138	206 (135)	265	42	54	45	300	740	1380	3250
全 長 (座金を含む) (cm)	60.1	81.4	93.6	101.2 (90.7)	112.0	49.5	51.6	60.3	710	900	900	945
最大直径 (cm)	16.2	21.6	23.2	27.8 (25)	33.0	18.5	21.0	25.0	390	510	720	900

- モノストランドシステムでは、以上のほかにアンボンド tendon に用いられるシースドストランドもある。ツインジャッキとは、ストランドの途中緊張が可能なジャッキである。
- S6-B 型、SF-B 型の () 内は、各々 S6-A 型、SF-A 型を示す。

表-4

(単位: kg/cm²)

ケーブルの種類	12φ5 mm	12φ7 mm	12φ8 mm	12 T 12.4 mm 12 T 12.7 mm	12 T 15.2 mm	記 事
コンクリート部材の肉厚が薄い場合	250	300	280	330	330	部材厚が 1.5×(定着具の直径) 以下の場合
一般の場合	230	270	250	270	270	部材厚が 1.5×(定着具の直径) 以上の場合

6) コーンの中心孔よりグラウチングが容易に施工できる。

(2) モノストランドシステム (FKK 式)

- 1) PC鋼より線はコイルのまま現場まで輸送されるので、取り扱い、輸送に便利である。
- 2) PC鋼より線は定着のための予備加工を必要とせず、また厳密な定長に切りそろえる必要がなく、現場で容易にケーブルを組み立てることができる。
- 3) PC鋼より線を用いるのでケーブル曲線配置が容易である。また支圧板の型枠への取付けが容易である。
- 4) コンクリートの硬化後、前もって設けたシース内にケーブルを通すことが容易にできる。
- 5) ケーブルの緊張作業はケーブルの余長に FK ジャッキを差し込むだけで、緊張、定着、脱楔がポンプのバルブ操作だけで容易、短時間に行える。
- 6) PC鋼より線はくさびによって確実に定着され、定着時のセット量はきわめてわずかである(2~3 mm)。
- 7) 再緊張およびケーブルの接続が容易に行える。
- 8) 支圧板のグラウト孔よりグラウトが容易に施工できる。

7. 注意事項

- (1) 緊張時定着部付近のコンクリートの所要圧縮強

度は表-4の値を満足しなければならない。

(2) 確実な定着を妨げるようないかなる異物も PC 鋼材表面、雌コーン内面には付着してはならない。特に PC 鋼線表面の黒色皮膜、雌コーン内面に付着したセメントペーストは有害なので、これを除去する。

(3) コーンの軸線とケーブルの軸線とは一致するように配置しなければならない。コーンの背後最小限 40 cm は直線配置部が必要である。

(4) 雌コーン内面に結束線や、センタースパイラル、またはシース等の異物が入り込むと不完全定着になる場合がある。またこれらの異物は緊張作業時のケーブルの伸びによって引き込まれることもあるので、コーンの背後 50 cm にはそれらの異物がないことを事前に確認しなければならない。

(5) 緊張作業中には、ジャッキおよびポンプの背後に立入ったり、背後を往来したりすることは避けなければならない。またジャッキの背後に防護用の楯を配置することが望まれる。

(6) 詳細については、土木学会(コンクリートライブラリー、第 29 号)、フレッシュ工法設計施工指針(案)を参照のこと。