

NETIS登録No. KK-090025-VR
(事後評価済み技術)

- PC工学会、「PEシーースを用いたPC橋の設計施工指針(案)」準拠
- 土木学会、「コンクリート標準示方書(基準編および施工編)」準拠
- NEXCO総研、「NEXCO構造物施工管理要領」準拠

PC鋼材に優しい 高密度ポリエチレン製シーース PLUX-1



エスティーエンジニアリング株式会社
ST ENGINEERING CORPORATION

PLUX-1

世界の実大桁試験と豊富な施工実績を基に開発 構造特性、経済性、施工性に 主眼をおいた **PLUX-1 SERIES**

プレストレストコンクリート構造物はRC構造物に比べてひび割れが無いことにより安全だといわれてきました。しかし、一方では高応力にさらされるPCケーブルは比較的小さな断面に配置されることにより腐食が非常に重要な問題になると考えられるようになりました。

海洋構造物のみならず都心部でのコンクリートの炭酸化 (Carbonation) や酸性雨に加え、凍結防止剤に含まれる塩化物なども複合的にPCケーブルを侵食しようとします。1990年代の英国での内ケーブル使用禁止、調査・改善・解禁の流れを受け、fibでは耐久性改善戦略にマルチレイヤープロテクション (多層防錆構造) を採用しており、同じ考えが国内のPC橋梁設計施工指針にも採用されています。

ポリエチレン製シースは温度依存性を有し、緊張時のすり減り、曲げ剛性に応じた支持間隔の制限が必要です。一方、これらの特性を認識して上手に使用えばPCケーブルの耐久性を改善でき、緊張ロスも



低減できるなど、数多くの長所を有しています。

PLUX-1の特徴：(大きなリブ・ピッチ)

※R部の施工配線ズレによる局部破れがない

※偏向圧の分散が良好で疲労耐力に優れる

※曲げ剛性が大きいので、入が低く安定する

※主筋結束をリブ底で可能 (ケーブル直径=胴径)

構造特性の追求

PLUX-1はケーブル偏向圧が分散緩和されるらせん状のリブを採用しており、疲労特性に優れています。リブ・ピッチは豊富な実績を有する欧米のシース事例を調査のうえ決定しており、構造体の終局破壊まで十分な付着力を有する他、従来の鋼製シースにもましてダクティルモードの終局破壊が期待できます。また、リブをらせん状にしているのでグラウトの注入性が良く、ローカルな充填不足が発生しないように工夫してあります。

経済性の追求

PLUX-1は鋼製シースに比べて摩擦係数が半分であり、最適な間隔でフラット部を設けたことで緊張時のすり減りが小さく、更にウォッブル (波打ち) が小さいので摩擦ロスを大幅に小さくできます。このためPC鋼材量の低減が期待でき、工事も含めた全体コストを抑えることができます。

施工性の追求

PLUX-1は鋼製シースと同じ要領で施工でき、施工性が良好です。接続部はピッチの大きなねじ嵌合で回転数も少ない他、外部腐食因子からの遮蔽性能の確保も市販のブチルゴムテープとビニルテープで対応が可能です。直管シース本体を黒色、部品を半透明な白色とし嵌合検査を目視で行えるように工夫しました。



高密度ポリエチレンの物性

高密度ポリエチレンの一般特性

区 分	項 目	特 性 値
物 理 特 性	密 度	0.942 (g/cm ³) 以上
	引張強さ	19.6 (MPa) 以上
	引張破断伸び	300 (%) 以上
	引張弾性率	600~1300 (MPa)
熱 特 性	線膨張係数	11~13×10 ⁻⁵ (/°C)
	脆化温度	-80 (°C) 以下
	ビカッ軟化点	115 (°C) 以上

高密度ポリエチレンは極低温環境に晒される構造物にも安心して採用できる他、耐薬品性にも優れた効果を発揮する経済的で耐候性を兼ね備えた素材です。



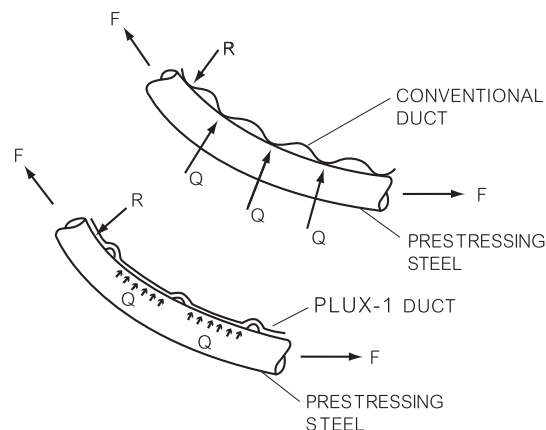
設計諸元

PLUX-1のリブピッチと肉厚は1990年初期に開発され、豊富な施工実績を有する海外のプラスチックシースと等価形状を採用しており、各国で実施された実大疲労試験、曲げ特性試験、すり減り抵抗性試験の結果を反映した理想的なPEシース形状としております。

PLUX-1の設計諸元

項 目			PLUX-1	鋼製シース
摩擦係数、 μ 値			0.14	0.3
波打係数、 λ 値			0.001	0.004
最小曲げ半径 (m)	緊張温度	$\leq 50^{\circ}\text{C}$	100D	100D
		$> 50^{\circ}\text{C}$	注1)	
最大支持間隔 (mm)	シース呼称	#35～#45	500	1000
		#55	625	
		#65～#75	750	
		#80～#105	900	
		#150	1000	
最大疲労振幅応力：KPa			130	100
コンクリート最小かぶり (mm)			35	35

ケーブル偏向部での応力分散



- ・最小曲げ半径 (50°C) : 100D、D: 呼び径 (m)
- ・最大支持間隔: 暑中35°Cを考慮、マルチストランド: $\leq 12D$
- ・50°C以上の高温環境での緊張は、「すり減り量」や「緊張後の偏向圧によるへこみ量」を低減できる「冷気送風緊張工法」を提案 注1)

PLUX-1

構成部品

適用ケーブル

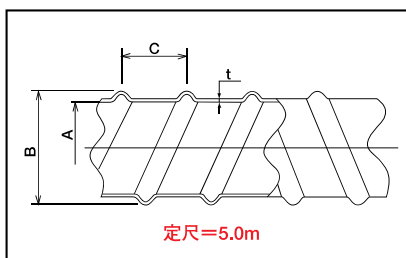
シース呼称＝概略内径 (mm)

PC鋼材		PC鋼より線										PC鋼棒		
シース呼称		#35	#45	#55	#65	#70	#75	#80	#85	#95	#105	#150	#35	#45
ケーブル 種別	裸	1S19.3 1S21.8	1S28.6 4S12.7	5S15.2 7S12.7	12S12.7		12S15.2		12S15.7	19S15.2	27S15.2	48S15.2	φ23	φ26 φ32
	被覆	1S15.2Ep 1S15.7Ep 1S17.8Ep	プレグラウト 1S21.8	プレグラウト 1S28.6	—	—	12S12.7Ep	—	12S15.2Ep 12S15.7Ep	—	19S15.2Ep	37S15.2Ep	—	—

※本表のケーブルはPC鋼棒とプレグラウトを除き、『50℃以下、曲げ半径=100D』で適用可能。それ以上の厳しい条件には「**冷氣送風緊張工法**」を提案する。[Ep=ECF]

直管シース

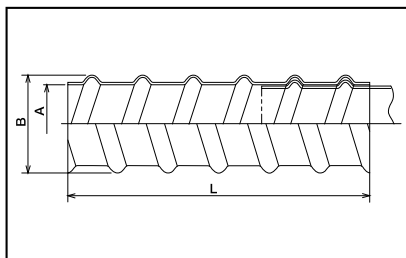
単位:mm



呼称	A	B	C	t
#35	35	44	24.0	2.1
#45	45	57	34.0	2.1
#55	55	70	40.0	2.2
#65	63	77	44.5	2.5
#70	70	85	49.5	2.5
#75	75	90	51.6	2.5
#80	80	95	57.0	2.5
#85	85	102	57.0	3.0
#95	95	112	59.0	3.0
#105	105	124	62.0	3.5
#150	150	175	69.0	5.0

接続シース

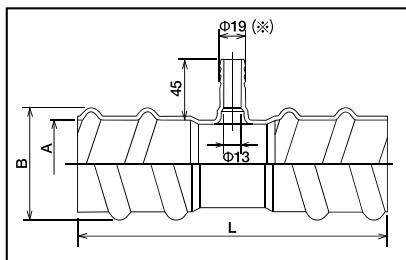
単位:mm



呼称	A	B	L
#35	40	51	160
#45	50	63	190
#55	61	77	220
#65	69	85	250
#70	76	92	250
#75	82	98	250
#80	87	103	250
#85	93	113	260
#95	103	123	280
#105	114	135	300
#150	163	189	500

排気口付接続シース

単位:mm

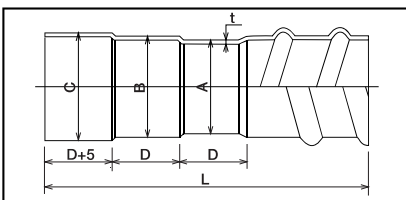


※ #95以上のサイズの排気孔は、外径φ25.4、内径φ19です。

呼称	A	B	L
#35	40	51	180
#45	50	63	200
#55	61	79	220
#65	69	88	230
#70	76	94	230
#75	82	101	270
#80	87	105	270
#85	93	113	270
#95	103	123	280
#105	114	135	300
#150	163	189	500

定着シース

単位:mm



呼称	A	B	C	D	L	t
#55	60	65	72	50	240	2.5
#65	69	75	82	50	240	3.0
#70	76	80	87	50	240	3.0
#75	81	86	93	50	255	3.0
#80	86	91	98	50	255	3.0
#85	91	96	101	50	260	3.0
#95	101	106	111	60	290	3.0

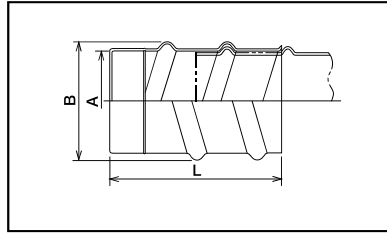
※定着シースの接続は、接続する定着システムと勘合できる最適な直径部分 (A・B・C寸法) で切断してお使いください。

内ケーブル用ポリエチレン製シース

PLUX-1

シースキャップ

単位:mm

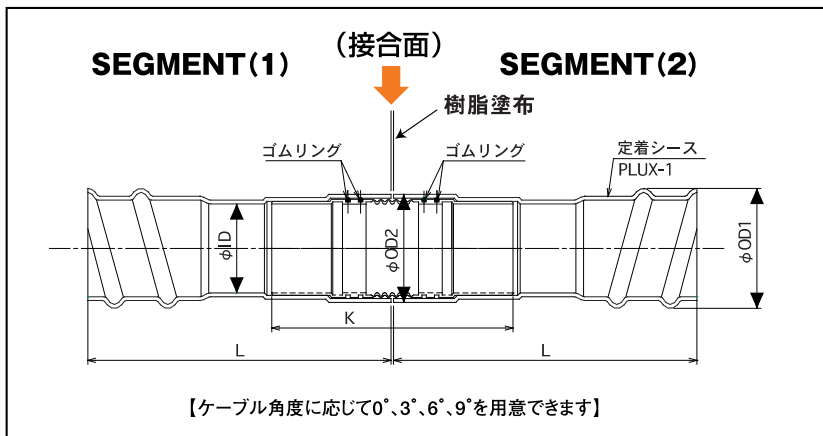


呼称	A	B	L
#55	61	77	100
#65	69	85	110
#70	76	92	120
#75	82	98	130
#80	87	103	150
#85	93	113	150
#95	103	123	150

※L寸法は変動する場合があります。

セグメントカップラーシース

単位:mm



呼称	ID	OD1	OD2	K	L
#55	55	79	72	190	240
#65	63	87	82	190	240
#70	70	94	87	190	240
#75	75	100	93	190	255
#80	80	105	98	190	255

※外径(OD2)が小さいのでセグメントの支圧面積を有効に活用してコンパクトなPC断面を実現できます。

※型枠用のゴムコーンも用意できます。



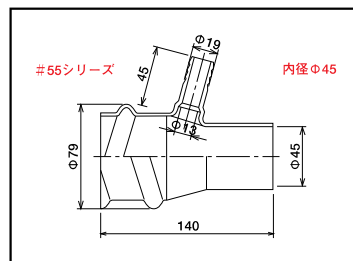
グラウト試験管 (420)

L=1700mm、透明管



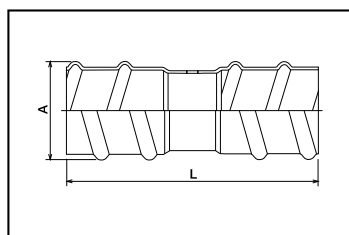
タスキ掛け用シース

単位:mm



MSセンサー付シース

単位:mm



呼称	A	L
#45	63	200
#55	79	220
#65	88	230
#70	94	230
#75	101	270
#80	105	270
#85	113	270

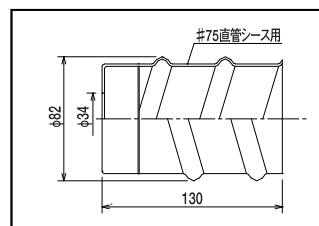
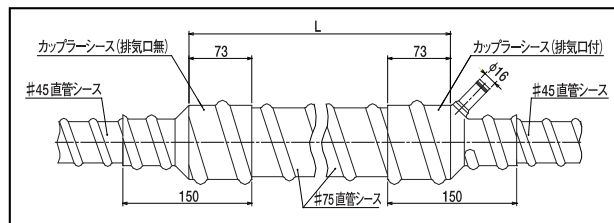
※排気口付も準備できます。

※PCシース用グラウト充填検知器 (特許第3867859号)

※#70と#80以外は注文生産です。
(注文生産の納期:2ヶ月)

PC鋼棒用シース部品

単位=mm

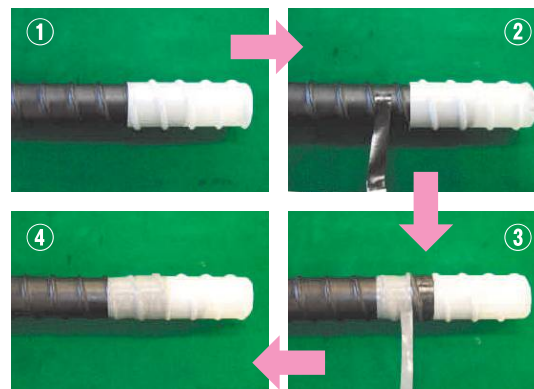
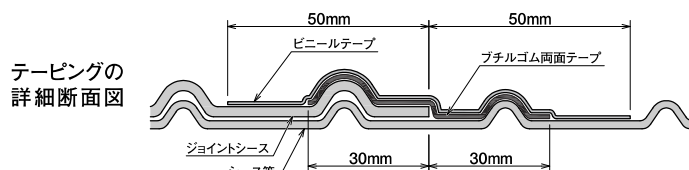


接続部の止水要領

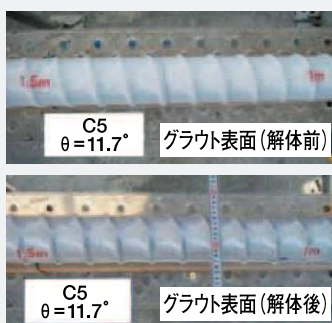
単位=mm

確実な遮蔽性能を構築するには、適正なテープ処理が必要です。

- ① 接続部のごみや水分を拭き取る。
- ② 所定深さまで挿入する。未嵌合部：片側15mm以内。
- ③ 推奨するブチル両面テープをハーフラップ巻きし、手で押付けて密着させる。
[日東電工(株) 両面テープ No.541を推奨]
- ④ 次に市販のビニルテープでハーフラップ往復巻きする。

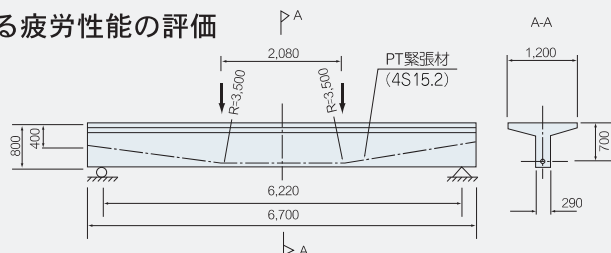


実大ケーブルによる注入試験



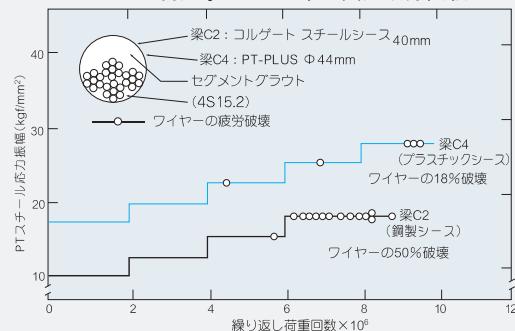
等価ピッチ／リップを持つ製品の試験実績(海外)

実大桁による疲労性能の評価



本試験は1990年に実施された試験ですが、その後更に大容量(19S15.2)ケーブルでの疲労検証も同じくスイス工科大学で実施され、このシース形状がケーブルの疲労特性を著しく向上させることが再確認されています。

スイス工科大学における梁の実大疲労試験



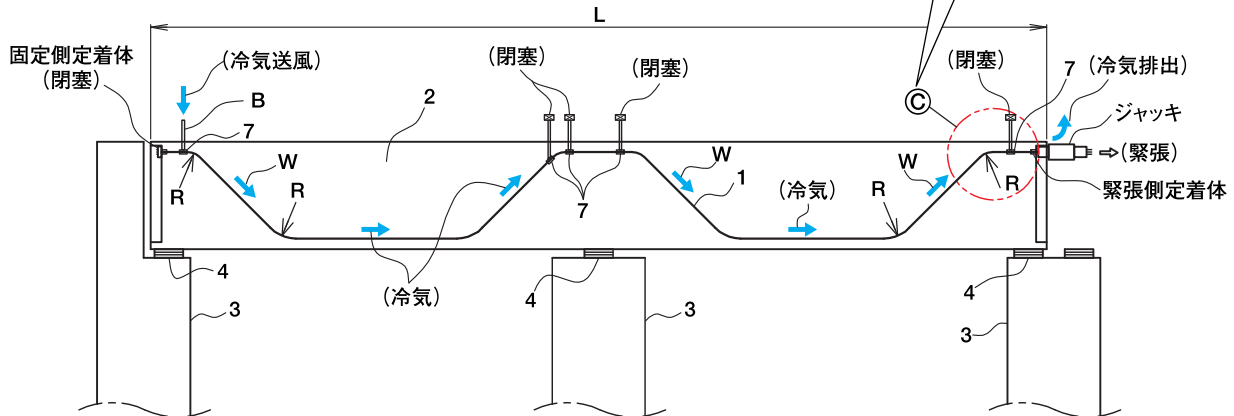
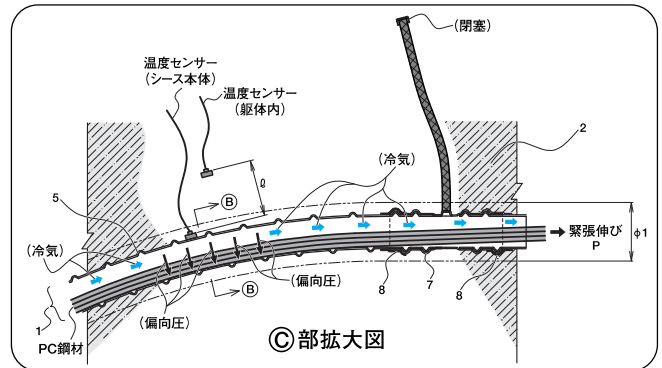
高温緊張時の「すり減り」と「緊張後のくぼみ」の心配を一掃！

【特許出願中：特願2015-007808】

【NETIS登録No.KK-090025-A提案工法】

「冷氣送風緊張工法」のご提案

- ① 緊張側小曲げ半径部シースと近傍の躯体内に温度センサー設置
- ② 緊張強度を得たらPC鋼材を挿入し定着部を組立てジャッキを装着
- ③ 特定の送風孔と排気孔をのぞく、全ての注入孔や排気孔を閉塞
- ④ 冷氣を送風し、シースが特定温度以下になったら緊張して定着
- ⑤ シース近傍の躯体温度が50℃以下になるまで冷氣の送風を継続
- ⑥ 躯体50℃以下なら「保持荷重によるくぼみ量」は限定的であり、冷氣の送風を停止し、閉塞部を解放して通常グラウト注入を実施



《本製品に関連する参考文献・資料》

- 1) PEシースを用いたPC橋の設計施工指針(案)、(公社)プレストレストコンクリート工学会、平成27年(2015年)8月
- 2) PC構造物高耐久化ガイドライン、(公社)プレストレストコンクリート工学会、平成27年(2015年)4月
- 3) Polymer duct systems for internal bonded post-tensioning, Recommendation, *fib* Bulletin 75, December 2014
- 4) PCグラウトの設計施工指針-改訂版-, (公社)プレストレストコンクリート工学会、平成24年(2012年)12月
- 5) コンクリート標準示方書 施工編(2012制定版)、基準編(2010制定版)、(公社)土木学会
- 6) NEXCO構造物施工管理要領、内ケーブル用ポリエチレン製シース試験(試験法421-2009)、NEXCO総研
- 7) Durability of post-tensioning tendons, Recommendation, *fib* Bulletin 33, 2005
- 8) 道路橋示方書、塩害対策区分Sの具体的対策例、(社)日本道路協会コンクリート橋小委員会 2004年1月
- 9) ミニマムメンテナンスPC橋の開発に関する共同研究報告書(I) ライフサイクルコスト算出手法に関する検討、平成13年(2001年)3月
- 10) Corrugated Plastic Ducts for internal bonded Post-Tensioning, Technical Report, *fib* Bulletin 7, 2000
- 11) ポリエチレン製シース実用化に向けての研究、第8回シンポジウム論文集、(社)プレストレストコンクリート技術協会、1998年10月
- 12) Plastic Ducts for Enhanced Performance of Post-Tensioning Tendons, Dr.Hans Rudolf Ganz, *fib* note 1998
- 13) Fatigue Resistance of Post-tensioned Concrete Girders: Large Scale Experiments, ETH Zurich, *fib* London, Sept. 1996
- 14) Durable Bonded Post-tensioned Concrete Bridges, Technical Report (TR47) Concrete Society of England, August 1996
- 15) ポリエチレン製シースの品質・設計・施工のマニュアル(案)、(社)プレストレストコンクリート建設業協会、1995年9月
- 16) プラスチックシースシステム (PT-PLUS) の特性、平部・坂田訳、プレストレストコンクリートVol.35 No.1 January 1993
- 17) Corrosion of Prestressing Steels and Its Mitigation, Dr.Walter Podolny,Jr, FHWA, PCI Journal Sept-Oct 1992

PLUX-1の品質、性能評価試験

PLUX-1は、第三者機関の監査のもとで品質評価試験を実施し、PC工学会のPEシースを用いたPC橋の設計施工指針(案)、土木学会のコンクリート標準示方書、およびNEXCO構造物施工管理要領で求められた受入れ検査項目について、判定基準を満足していることが確認されています。

プレストレストコンクリート工学会：PEシースを用いたPC橋の設計施工指針(案)(平成27年版)

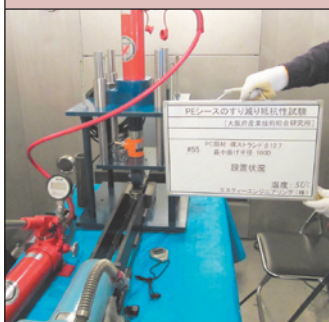
平板荷重試験(23℃)
【等圧外力抵抗性の評価】



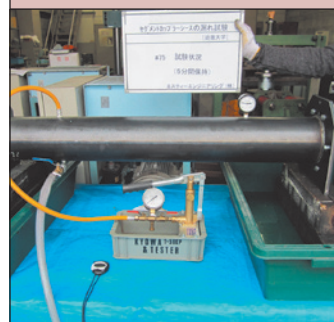
曲げ特性試験(35℃)
【支持間隔の評価】



すり減り抵抗性(50℃)
【残留肉厚の評価】



セグメントカップラー試験(23℃)
【止水性能の評価】



土木学会：コンクリート標準示方書 基準編(2013年版)

局部外力抵抗性試験
【JSCE-E704-2010】



等圧外力抵抗性試験
【JSCE-E705-2010】



可とう性試験
【JSCE-E706-2010】



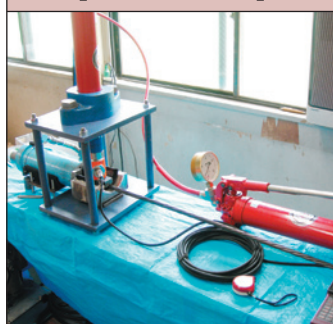
漏れ試験
【JSCE-E707-2010】



曲げ特性試験
【JSCE-E708-2010】



すり減り抵抗性試験
【JSCE-E709-2010】



付着性能試験
【JSCE-E710-2010】



定着部接続部漏れ試験
【JSCE-E707-2010】



エスティーエンジニアリング株式会社
ST ENGINEERING CORPORATION

〒581-0833 大阪府八尾市旭ヶ丘1丁目108番地2
TEL.072-990-0250 FAX.072-990-0251

E-mail : info-enter@st-eng.co.jp
HOME : http://www.st-eng.co.jp/