Extra-High Tensile Strength Concrete

ESCON®

超高強度合成繊維補強コンクリート

SEC 株式会社 エスイー

Extra-High Tensile Strength Concrete

ESCON®

超高強度合成繊維補強コンクリート

次世代への長寿命コンクリート構造物を支える。

● **曲げ引張強度が普通コンクリートの7～10倍。　圧縮強度150N/mm²を実現。**
ESCONは普通コンクリートに比較して曲げ引張強度が高いことから作用荷重に対して
全断面有効として設計できる範囲が広がり、合理的な設計が可能になります。

● **高耐久性を実現。**
硬化体が緻密であるため、塩化物イオンの侵入や中性化の心配がほとんどありません。
したがって、長寿命化によるライフサイクルコストの削減が可能です。

● **高流動性を実現。**
自己充填性を有するため、超過密配筋のRC部材や複雑な形状、薄い部材についても
製作が可能です。

● **合成繊維による補強**
ESCONは合成繊維により補強されています。鋼繊維を一切使用しないため、
鋼繊維の腐食によるコンクリートの劣化の恐れがありません。
また、火災時に合成繊維が溶融することで、爆裂の抑制効果が期待できます。

第三世代技術としてのESCON

今から約130年前のフランスにおいて、“第一世代コンクリート構造物技術”である『鉄筋コンクリート・RC』は、François Hennebique（1842～1921）により発明されました。
その後理論解析と適用基準・標準設計を実現したCharles Rabut（1852～1925）によって設計・施工法の基準が整備され急速に世界中に普及いたしました。（1890～1892に世界特許）

また、1928年には“第二世代コンクリート構造物技術”『プレストレストコンクリート・PC』がEugène Freyssinet（1879～1962）によって発明されました。
Eugène Freyssinetも同様に、設計基準とプレストレスト導入のための緊張ジャッキとポンプ（水圧式）とともにPC鋼材を定着するフレシネコーンのソフト・ハードを同時に開発いたしました。
そのことにより、世界中で爆発的に普及し、今日にいたっています。

ESCON基本性能

項　　目（単位）		ESCONの特性値
密　　度	g/cm^3	2.45
圧縮強度	N/mm^2	150
曲げ強度	N/mm^2	20
引張強度	N/mm^2	7.0
ひび割れ発生強度	N/mm^2	6.8
ヤング係数	N/mm^2	4.6 × 10^4
ポアソン比		0.2

しかし、エスイーが開発いたしましたESCON(超高引張強度コンクリート)は、従来のコンクリートの弱点である曲げ引張強度はプレストレストコンクリートとくらべ7～10倍もあり、圧縮強度も5～6倍強もあります。さらに水も空気も浸透しないため、中性化による劣化がありません。
ですから、コンクリート構造物として超寿命で超軽量が実現され、さらに従来のプレストレストコンクリートと比べ構造物の重量を約40%軽量化することが可能です。
また、超流動性により細かい構造部材にも適していますし、従来のコンクリート同様に生コン工場で混合され、アジテータ車での運搬、ポンプでの圧送、打設ができます。

まさにESCONは、“第三世代コンクリート構造物技術”として、従来の鋼繊維による超高強度コンクリートとは全く異なる、次世代の構造物技術を担う画期的なコンクリートです。

ESCON®の特性

■高強度性と高引張力性、高流動性

●極めて少ない水セメント比(W/C)

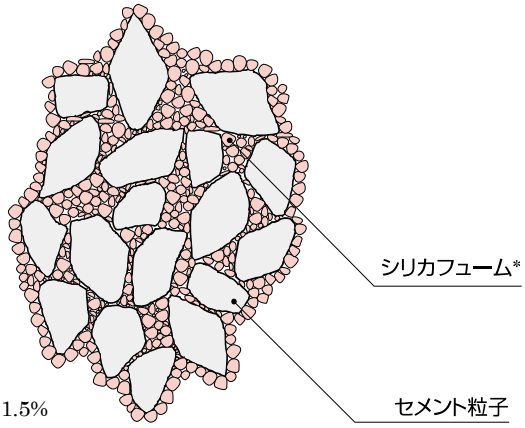
一般的に配合する水分量を減らすことでコンクリート強度はあがりますが、極端に水分量が少ない場合、練混ぜが困難となりコンクリート形成に支障が生じます。
ESCONは、専用の混和剤(高性能減水剤)を用いることにより、極めて水分が少ない状態でも練混ぜ可能な上、高強度と高流動性の両立を実現いたしました。

水セメント比 W/C

ESCON	一般的なコンクリート
15%	45%～55%

●シリカフュームの添加

ESCONは、超微粒子であるシリカフュームを添加していますので、セメント粒子間の間隙を埋め緻密な組織を形成するマイクロフィラー効果により超高強度を発現します。

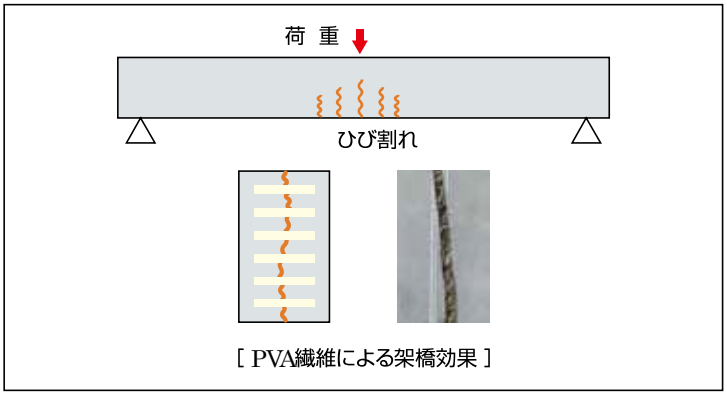


*シリカフュームの大きさは、セメント粒子の約1.5%

●合成繊維の配合による補強

ESCONは、補強繊維に一般的な鋼繊維ではなく、柔軟な合成繊維を配合しています。
そのことにより、高流動性と高充填性を実現しており、超過密配筋のRC部材や薄い部材、複雑な形状に対しても充填が可能です。

また、ひび割れ間でPVA繊維が力を伝達する「架橋効果」が発揮され、そのことにより高引張力と高じん性を実現しました。



[PVA繊維による架橋効果]



合成繊維



高流動性、高充填性の特性を活かしたオブジェ

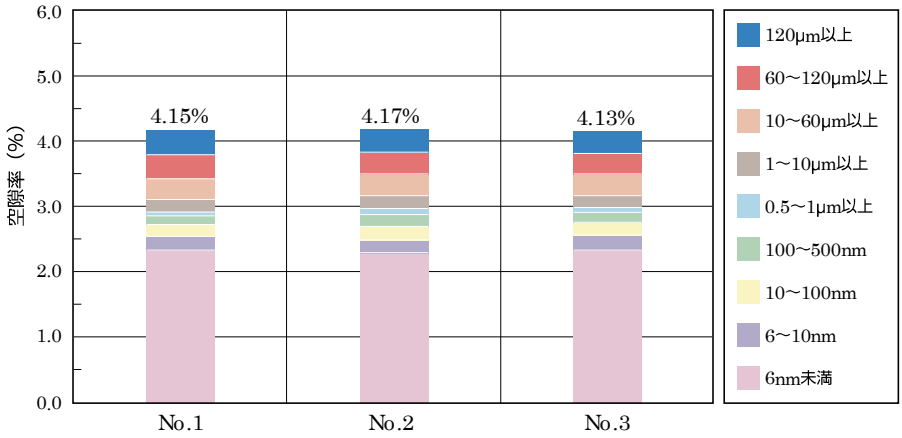
■高耐久性

●物質移動に関する物性

細孔構造

ESCONの空隙率を日本コンクリート工学会「コンクリートの試験・分析マニュアル」に示される空隙率・細孔径分布の測定方法にある水銀圧入法によって測定しました。試験結果を下のグラフに示します。同図より、**平均空隙率は4.15%です。一般的なコンクリートの空隙率は10%程度(*)ですので、ESCONでは空隙の少ない緻密な組織が形成されていることがわかります。**
また、細孔径分布を見ると6nm未満の空隙が全空隙の5割以上を占めており、空隙自体の大きさも極めて小さいことが実証されました。

ESCONの細孔径分布



(*)「超高強度繊維補強コンクリートの設計・施工指針(案)：土木学会(UFC指針(案))」
超高強度繊維補強コンクリートの物質移動に関する諸物性より

透気性

RILEM TC116-PCDに準拠し、φ150mm×50mm供試体を用いた試験を実施しました。供試体の断面方向に窒素ガスを6時間加圧して透気量を測定し、各透気係数を算出しました。窒素ガスの加圧力は、0.15、0.20、0.30MPaとし、平均の透気係数を採用しました。
下の表に示すとおり、ESCONの透気係数の平均値は$4.2\times10^{-20}m^2$でした。「超高強度繊維補強コンクリートの設計・施工指針(案)：土木学会(UFC指針(案))」に示されている**一般的なコンクリートの透気係数は、ESCONよりも200倍以上大きい**1.0×10^{-17}～$1.0\times10^{-15}m^2$であることから、ESCONは空気の浸入が極めて少ないコンクリートであるといえます。

透気試験結果

種　類		加圧力(MPa)	透気係数(m^2)	平均値(m^2)
ESCON	1	0.15	4.1×10^{-20}	4.2×10^{-20}
		0.20	2.0×10^{-20}	
		0.30	1.1×10^{-20}	
	2	0.15	1.0×10^{-20}	
		0.20	7.2×10^{-20}	
		0.30	4.2×10^{-20}	
	3	0.15	4.5×10^{-20}	
		0.20	2.9×10^{-20}	
		0.30	1.7×10^{-20}	
一般的なコンクリート		1.0×10^{-17}～10^{-15} m^2		



試験装置

透水性

透水試験（インプット法）により、ESCONおよび普通コンクリート（30-15-20N）* の透水係数を測定しました。試験は0.5MPaの圧力を48時間保持して行いましたが、ESCONではまったく水の浸透がなかったため、加圧保持時間を1344時間（56日間）とし、再試験を行いました。下の表にESCONおよび普通コンクリートの透水試験結果を示します。

普通コンクリートでは48時間加圧後の計測で平均1.0cmの水分の浸透が認められました。一方、**ESCONでは1344時間後においても水分の浸透はなく**、従って拡散係数も得られませんでした。

このことからESCONの**極めて高い遮水性能が確認されました。**

＊30 - 15 - 20 N
強度（N/mm²） スランプ（cm） 最大骨材寸法（mm） 普通ポルトランドセメント

ESCONの透水試験結果（加圧時間1344時間）

供試体の名称	加圧時間1344時間（56日間）		
	番　号	平均浸透深さ（cm）	拡散係数（cm^2/sec）
ESCON	Y7	0.0	0.0
	Y8	0.0	0.0
	Y9	0.0	0.0
	平均	0.0	0.0

普通コンクリートの透水試験結果（加圧時間48時間）

供試体の名称	加圧時間48時間（2日間）		
	番　号	平均浸透深さ（cm）	拡散係数（cm^2/sec）
普通コンクリート（30-15-20N）	Y4	0.9	2.51×10^{-4}
	Y5	1.3	5.25×10^{-4}
	Y6	0.9	2.51×10^{-4}
	平均	1.0	3.42×10^{-4}

透水試験結果



ESCON（1344時間加圧）



普通コンクリート（48時間加圧）

●中性化

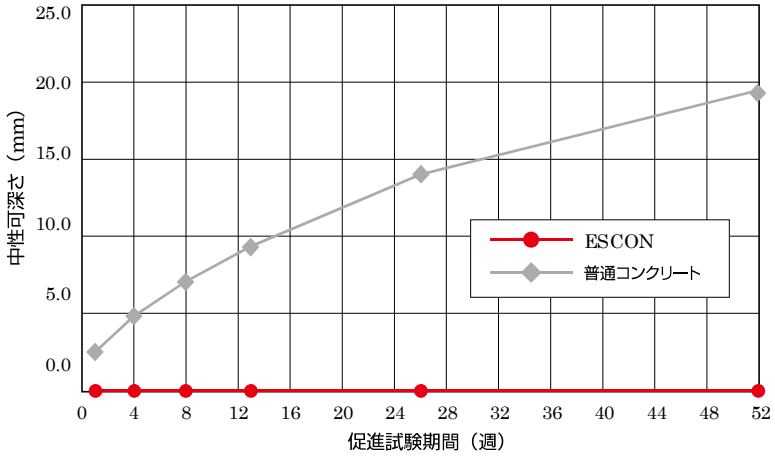
JIS A 1153「コンクリートの促進中性化試験方法」に準じて、ESCONおよび普通コンクリート(30-15-20N)の促進中性化試験を実施しました。下の表および下のグラフに促進期間52週における中性化深さの測定結果を示します。普通コンクリートでは、促進期間52週における中性化深さは19.4mmに達していたのに対し、**ESCONでは中性化の進行が認められませんでした。**これは、「透気性」および「透水性」で示されたとおり、空気や水の浸入が極めて少ないためです。

＊30 - 15 - 20 N
強度(N/mm²) スランプ(cm) 最大骨材寸法(mm) 普通ポルトランドセメント

促進中性化試験結果(促進期間52週)

促進試験期間(週)		1	4	8	13	26	52
中性化深さ (mm)	ESCON	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	普通コンクリート (30-15-20N)	2.5	4.9	7.1	9.4	14.1	19.4

促進期間と中性化深さの関係



促進期間52週後における中性化状況



中性化深さ 平均0.0mm　ESCON



中性化深さ 平均19.4mm　普通コンクリート

●塩化物イオンの進入に対する抵抗性

電気泳動法

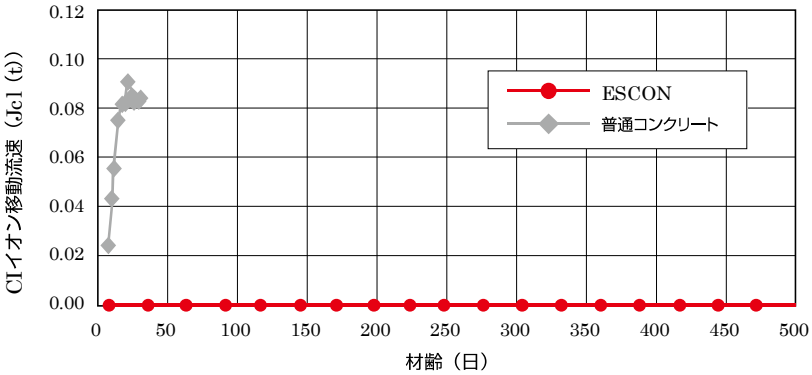
JSCE-G571-2010「電気泳動法によるコンクリート中の塩化物イオンの実行拡散係数試験方法（案）」に準じてESCONおよび普通コンクリート（30-15-20N）の試験を行いました。試験は、φ100mm×200mmの円柱供試体の中央部分から厚さ50mmの円盤供試体を切り出し計測しました。

試験結果を下の表に示します。ESCONでは測定期間500日時点においても3供試体中2供試体で、塩化物イオンの移動が認められませんでした。**ESCONにおける実効拡散係数は0.00591c m²/年となっており、これは普通コンクリートで計測された値の約1/300であり、極めて小さな値となっています。**

塩化物イオンの移動流束および実効拡散係数

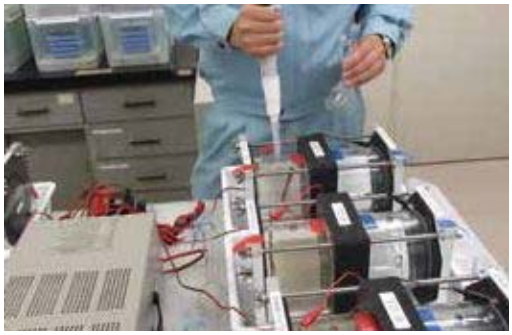
供試体の名称	番　号	塩化物イオンの移動流束 Jcl［ mol/（c m²･年）］		実効拡散係数 De（c m²/年）	
		各　値	平　均	各　値	平　均
ESCON	YD7	定常状態に至らず	（0.000306）	－	（0.00591）
	YD8	定常状態に至らず		－	
	YD9	0.000306		0.00591	
普通コンクリート（30-15-20N）	YD4	0.0847	0.0894	1.78	1.91
	YD5	0.0870		1.85	
	YD6	0.0964		2.09	

塩化物イオンの移動流束および実効拡散係数





試験供試体



サンプリング状況

塩化物イオンの進入に対する抵抗性

JCI-SC2「塩分を含んだコンクリート中における補強用棒鋼の促進腐食試験方法-オートクレーブ法-」に準拠して行いました。なお、腐食させる鋼材の長さは178mmとしました。促進養生は、供試体設置後180℃まで2時間で上昇させ、この温度を8時間保持した後、上昇時よりも緩やかな速度で室温まで降下させました。これを1日1サイクルとし、5サイクル行いました。

下の表および写真に示すとおり、5サイクルの促進腐食によっても補強用棒鋼の腐食はほとんど認められず、**ESCONは非常に高い腐食抵抗性を示しています。したがって、コンクリート中に高濃度の塩化物イオンが存在しても、酸素や水の供給が少ないため、鋼材は健全な状態で機能すると判断されます。**

参考にUFC指針(案)に示されている早強ポルトランドセメント(w/c=40%)の試験結果(腐食減少率1.3wt%)写真を示します。

鋼材の腐食減量率(5サイクル)

供試体番号	鋼材記号	みがき棒鋼質量(g)			腐食減少率(wt.%)		
		試験前	腐食促進後	腐食量	各　値	平均値	
1	A	184.40	184.35	0.05	0.03	0.04	0.03
	B	184.23	184.16	0.07	0.04		
2	C	184.42	184.38	0.04	0.02	0.03	
	D	184.34	184.27	0.07	0.04		
3	E	184.87	184.81	0.06	0.03	0.03	
	F	184.26	184.20	0.06	0.03		

腐食促進試験後の鋼材状況(ESCON)



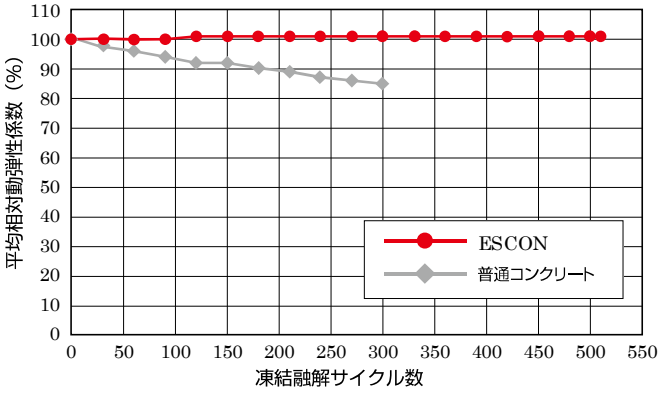
腐食促進試験後の鋼材状況(早強ポルトランドセメント)　(参考)



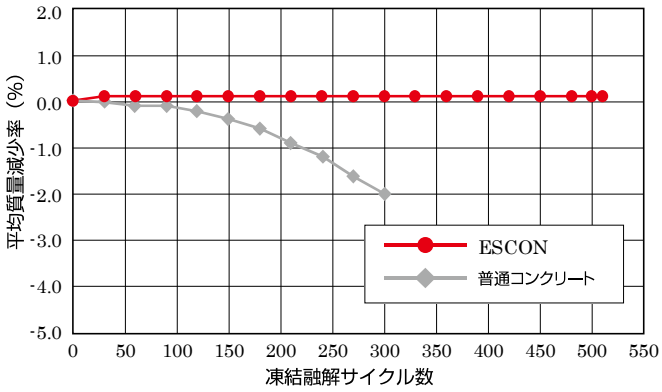
●凍結融解に対する抵抗性

JIS A 1148(A法)「コンクリートの凍結融解試験法(水中凍結融解試験法)」に準じて、ESCONおよび普通コンクリート(30-15-20N)について凍結融解抵抗性の確認を行いました。
下のグラフ及び写真に示すとおり、普通コンクリートでは、300サイクルの時点で質量減少率が-2.0%に達したのに対して、**ESCONでは凍結融解サイクル510回においても相対弾性係数の低下および質量の減少は認められませんでした。**
土木学会「自己充てん型高強度高耐久コンクリート構造設計・施工指針(案)」では、最低温度や湿潤程度(飽水程度)などの影響をもとに当該危険度に応じた凍結融解回数の関係をまとめています。これによると465回以上の凍結融解抵抗性を有していれば、いずれの凍害危険度においても、期間100年における凍結融解による性能低下はないとしています。このことからも**ESCONを用いた構造物は、設計耐用年数100年以内に凍結融解作用によって所要性能が低下することはないと判断できます。**

平均相対動弾性係数と凍結融解サイクル数の関係



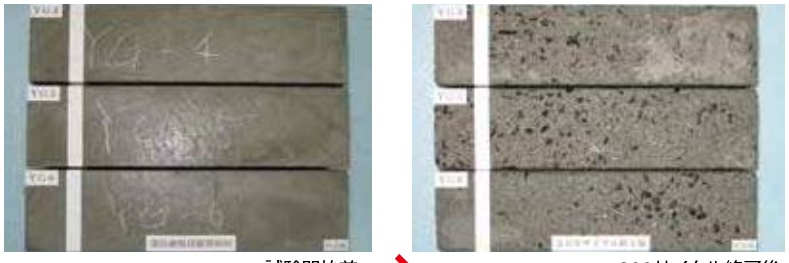
質量減少率と凍結融解サイクル数の関係



ESCON試験供試体



普通コンクリート試験供試体



凍害危険度に応じた必要凍結融解回数(土木学会指針(案)より)

設計耐用年数	凍害危険度				
	1	2	3	4	5
100年	210	275	330	380	465

各地域の凍害危険度は、年間凍結融解繰り返し日数・凍結融解時の氷点下の温度差・凍結融解時の湿潤程度(含水程度)によって算出し、下表に示した0～5度の6段階に分かれて示されています。

危険度	予想程度
5	極めて大きい
4	大きい
3	やや大きい
2	軽微
1	ごく軽微

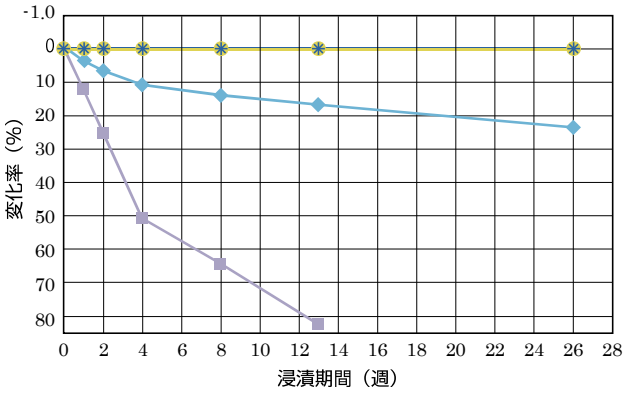
●化学的侵食に対する抵抗性

JIS原案「コンクリートの溶液浸せきによる耐薬品試験方法（案）」に準じて、下の表に示す条件にて耐薬品性の確認を行いました。試験結果を下のグラフに示します。
下のグラフに示すように、塩酸、硫酸に浸せきされた場合、浸せき期間に伴って質量及び圧縮強度が低下しており、使用環境によって適切な対処が必要です。
一方、**硫酸ナトリウム、硫酸マグネシウムといった硫酸塩に対する抵抗性は高く、実環境下では硫酸塩の侵食によって、ESCONを用いた構造物の所要性能が低下する可能性は小さいと考えられます。**

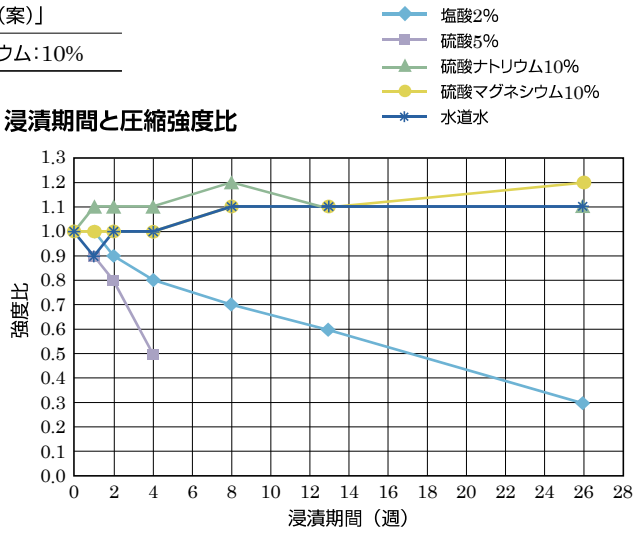
試験条件

配　　合	ESCON標準配合
供試体寸法	φ50×100mm
試 験 方 法	JIS原案「コンクリートの溶液浸せきによる耐薬品試験方法（案）」
溶 液 濃 度	硫酸：5%、塩酸：2%、硫酸ナトリウム：10%、硫酸マグネシウム：10%

浸漬期間と腐食による質量変化率の関係



浸漬期間と圧縮強度比



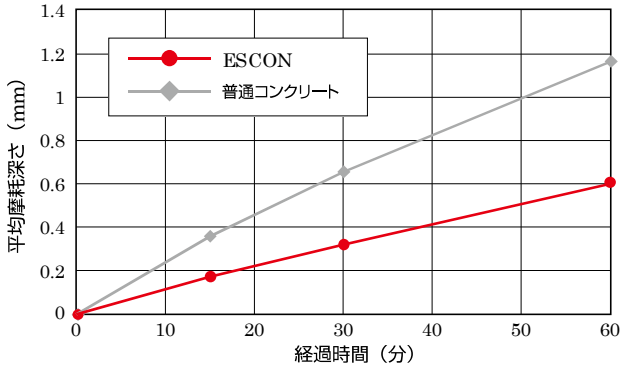
●耐摩耗性

ASTM C779「Standard Test Method for Abrasion Resistance of Horizontal Concrete Surface（水平なコンクリート表面の耐摩耗試験方法）」に準じて、ESCONおよび普通コンクリート（30-15-20N）の試験を行いました。計測時間を15、30、60分とし、それぞれ平均磨耗深さと質量減少率を計測しました。
下の表および図に示すとおり、**ESCONは普通コンクリートに比べて60分経過後において磨耗深さが約50%**であり、非常に高い耐磨耗性能を有しています。

平均磨耗深さ

供試体名称	No	平均磨耗深さ（mm）		
		15分	30分	60分
ESCON	1	0.167	0.330	0.629
	2	0.182	0.318	0.581
	3	0.159	0.313	0.608
	平均	0.169	0.320	0.606
普通コンクリート（30-15-20N）	4	0.371	0.661	1.195
	5	0.361	0.692	1.269
	6	0.341	0.607	1.028
	平均	0.358	0.653	1.164

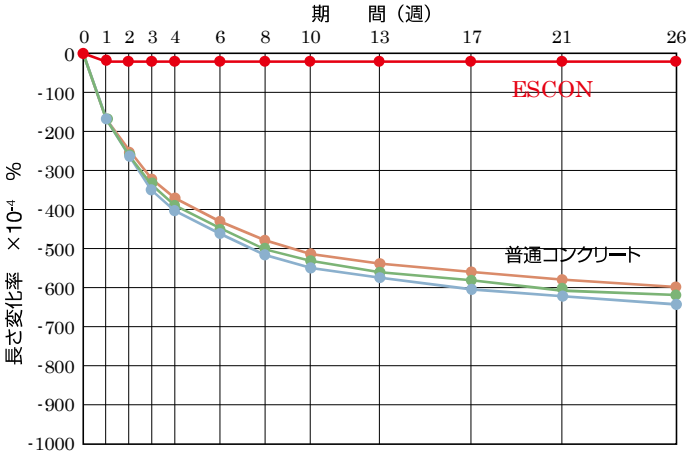
経過時間と平均磨耗深さ



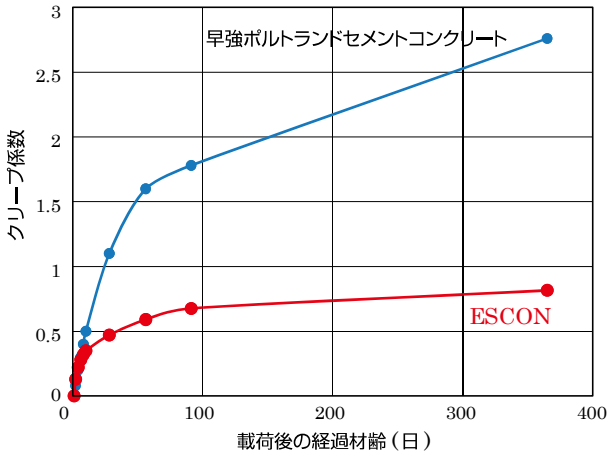
■乾燥収縮とクリープ係数

ESCONは、水結合材比が極めて低い（W/C=15%）こと、熱養生を行っていることにより、乾燥収縮はほとんどありません（26週で変化率40×10^{-4}%）。また、載荷後1年後のクリープ係数は早強ポルトランドセメントコンクリートで2.76、ESCONで0.82であり、**ESCONのクリープ係数は1/3以下**です。
従いまして、ESCONは、完成後の構造物の乾燥収縮およびクリープによる塑性変形が極めて小さいことが特長です。

乾燥収縮による長さ変化率

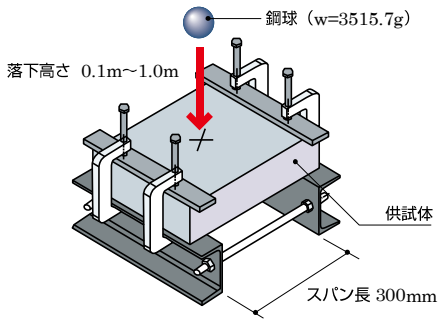


ESCONと
早強ポルトランドセメントコンクリートのクリープ係数



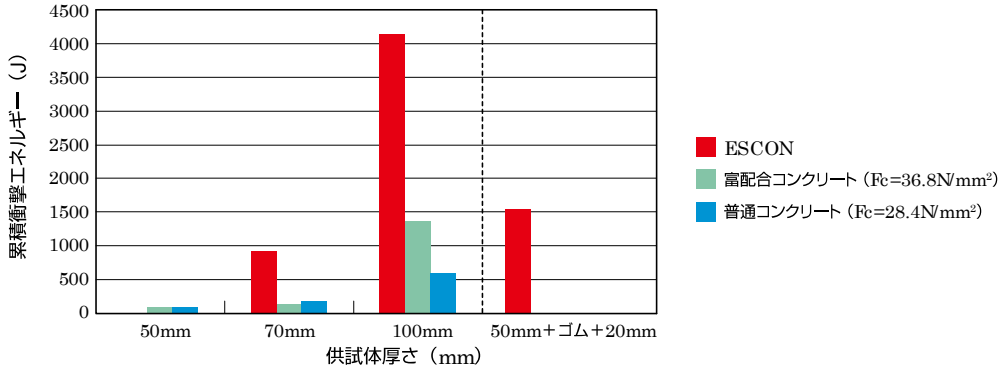
■高耐衝撃性

以下の試験により、ESCONの耐衝撃性能は、供試体厚さ100mmにおいて普通コンクリートに対して**6倍以上**、富配合コンクリートに対して**3倍以上**となりました。また、ESCONの背面にゴムを配した供試体では、耐衝撃性の向上とともに衝撃力の分散効果も確認されました。



鋼球落下試験を行い、ESCONの耐衝撃性を評価しました。鋼球（w=3515.7g）の落下高さは最初0.1m、以後0.1mずつ落下高さを増加させ、各々の高さで10回ずつ鋼球を落下させ破壊に至るまでの累積衝撃エネルギーを比較しました。また、衝撃エネルギー（E）=位置エネルギーとして、以下の式より算出し累積しました。
E(J)=Σ（m・g・h）　　・・・累積衝撃エネルギー算出式
なお、最大落下高さを1.0mとし、1.0m×10回でも破壊に至らない場合、供試体が破壊するまで1.0mからの落下を繰り返しました。

耐衝撃エネルギー

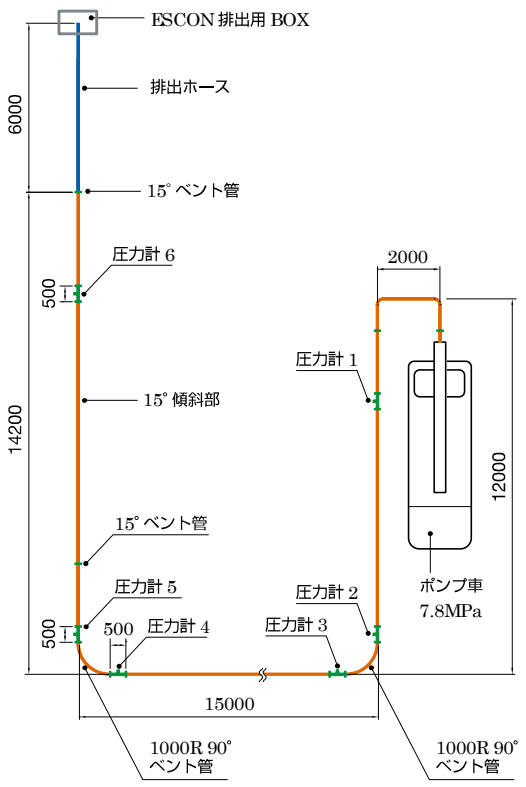


■ポンプ車によるESCONの場所打ち

●ポンプ車によるESCONの圧送実験

ESCONは、圧送前後の品質に変化は無く、一般のコンクリートと同様に圧送が可能であり、場所打ちが可能であることが確認されました。

ポンプ車によるESCONの圧送実験結果



配管サイズ　：125A
直線部　　：37.2m（内15°傾斜部13.2m）
ホース長　　：6m
ベント管　　：1000R×2箇所
ベント部周長：3.14m
直線部+ホース+ベント部周長：44.7m



［使用したポンプ車の型式］
三菱重工業製 DC-M700BR
最大吐出圧：14MPa
最大吐出量：70m³/h







排出用BOX







排出状況

圧送前と圧送後の物性値とフレッシュ性状の比較

	平均強度（N/m²）	静弾性係数（kN/mm²）	ポアソン比（μ）	フロー値	空気量（%）
圧送前	161	47.6	0.206	332	2.23
圧送後	161	45.8	0.209	330	1.6

【圧　力　損　失】　直線部の圧力損失は0.072MPa/mとなった。
直線部とベント部における周長あたりの圧力損失には大きな差がなかった。

【配管の清掃性】　圧送後の配管の解体・清掃性について特に問題は見られなかった。

長年蓄積された信頼のノウハウにより実現された エスイーオリジナルESCON応用製品。

従来のコンクリートよりはるかに高い強度。薄い部材や複雑な形状などにも適用できる高い流動性。
100年以上もの長寿命化が期待される優れた耐久性。エスイーが約3年の歳月を費やして開発に成功した超高引張強度コンクリート「ESCON」は、防災分野や建設・建築分野など、さまざまな領域に計り知れないインパクトを与える新素材として注目を集めています。
社会インフラや構造物の強靭化や長寿命化、軽量化とともにインフラ整備の低コスト化や工期短縮、省力化、さらには地方創生など、この画期的なイノベーションが秘めているのは、土木・建築物などの構造だけでなく、建設産業、ひいては社会の構造にまで変革をもたらす無限の可能性です。

また、さらなるESCONの応用製品の可能性を探求すべく研究開発を力強く進め、実現を目指しています。



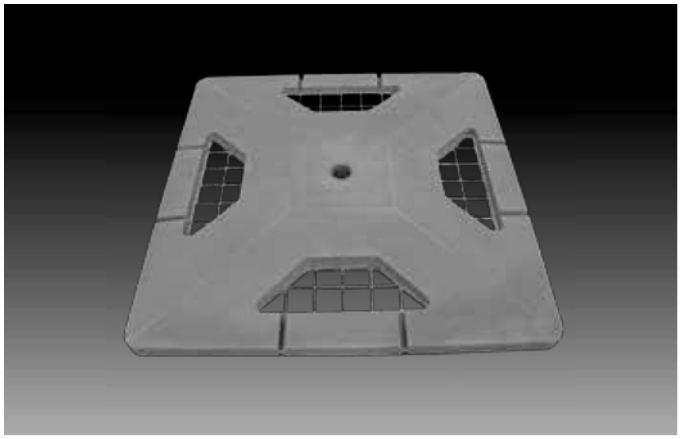






切土補強土工法用反力体

ESCONパネル NETIS申請中









特　長

●高耐久性

緻密な組織構造であるため、塩化物イオンの侵入や中性化の心配がほとんどなく、極めて高い耐久性を有しています。したがってライフサイクルコストの削減が可能です。

●高耐摩耗性・耐衝撃性

ESCONの採用により、極めて高い圧縮強度を有していますので、耐摩耗性、耐衝撃性に優れています。

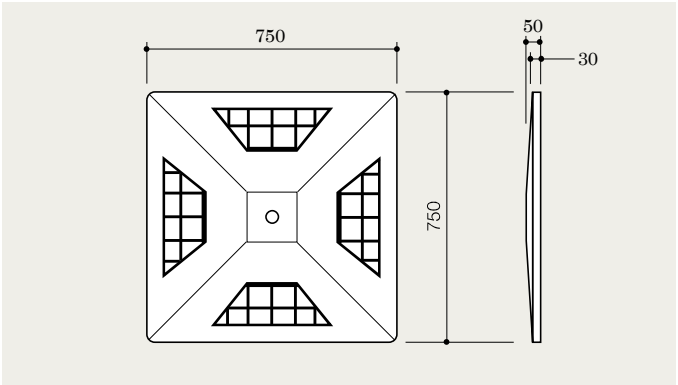
●補強筋としてカーボン繊維グリッドを使用

引張補強材として、鉄筋ではなくカーボン繊維のグリッドを使用しています。カーボン繊維は各種補強材の中でも引張強度・弾性率などにおいて特に優れた性能を有しています。また、腐食の恐れも無いためESCONと組合わせて使用することで、限りなく劣化の少ない反力体が可能となりました。

●耐凍結融解性

凍結融解サイクル500回においても質量の減少および相対動弾性係数の低下は認められませんでした。この結果は、いかなる凍害危険度においても、期間100年における凍結融解による性能低下はないとされています。塩化物イオンの侵入もほとんど無いため、寒冷地での使用に最適です。

■規　格



呼　　称	サイズ	重　　量	許容荷重	受圧面積
ES750-55	W750×H750×t30～50 mm	49.7kg	常　時：55kN 地震時：82kN	0.56m²

グラウンドアンカー用反力体

ESCON 受圧板



クロスタイプ



セミスクエアタイプ

特　長

●軽量・薄型

従来型のPC製に比べ重量は約50%～60%と軽量で薄型のため、据付作業が容易で施工性に優れます。

●工期短縮

納品工期が短く、また工場製品であるため、現場作業を省力化でき工期短縮に寄与します。

●適応性

アンカー工法の組合せは自由に選択が可能で、センターホールの箱抜き穴が円錐台状のため、約20度まで自由に角度調整が可能で適応性に優れます。

●高耐久性

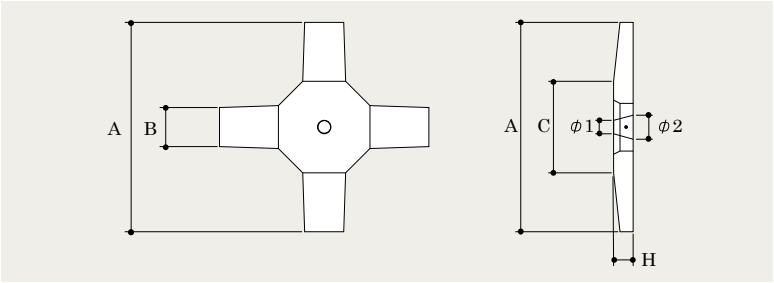
超高強度合成繊維補強コンクリートであるESCONと鋼材を組合せた極めて緻密なSRC構造で、塩化物イオンの侵入や中性化に対する抵抗性が高く、耐久性に優れます。また、凍結融解抵抗性に優れ寒冷地の使用にも適します。

●グラウンドアンカー受圧板/設計・試験マニュアルに対応

(一財)土木研究センターの「グラウンドアンカー受圧板/設計・試験マニュアル」に準拠し、設計および試験を実施し合格しております。(※土木研究センターにて載荷試験実施)

■規　格

[クロスタイプ]



【ESCON受圧板の呼名】

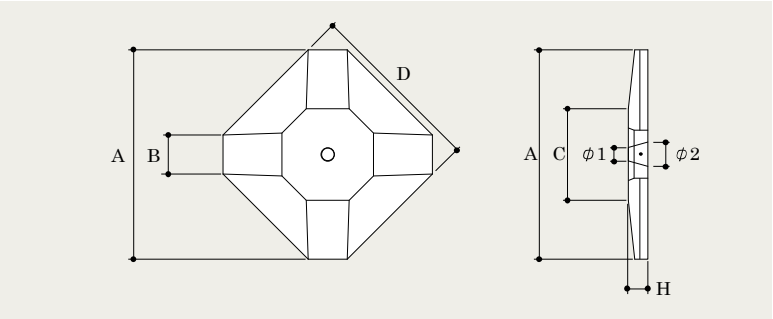
ESCON 19 C - 340

ESCON･･･ESCON受圧板
19･･･････ 受圧板長さ
19→1.9m / 24→2.35m / 29→2.85m
C ･･･････ 受圧板形状 C:クロスタイプ
SS:セミスクエアタイプ
340･･･････ 許容荷重 340→340kN

タイプ 呼　名	許容荷重	受圧面積	A	B	C	H	φ1	φ2	支圧板寸法	重　量
	(kN)	(m²)	(mm)							(kg)
ESCON19C-230	230	1.74	1900	480	1026	150	150	214	240以上	639
ESCON24C-230	230	2.17	2350	475	1026	160	150	220	240以上	826
ESCON29C-230	230	2.60	2850	440	1026	170	150	225	240以上	1033
ESCON19C-340	340	1.72	1900	450	1026	160	150	200	250以上	677
ESCON24C-340	340	2.13	2350	440	1026	170	150	225	250以上	858
ESCON29C-340	340	2.60	2850	440	1026	180	150	230	250以上	1108
ESCON19C-450	450	1.72	1900	450	1026	170	150	225	260以上	718
ESCON24C-450	450	2.13	2350	440	1026	180	150	230	260以上	930
ESCON29C-450	450	2.60	2850	440	1026	190	150	236	260以上	1177

■ 600kN、800kNタイプはご要望に応じて設計いたします。事前にご相談ください。

[セミスクエアタイプ]



【ESCON受圧板の呼名】

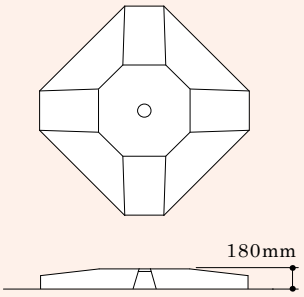
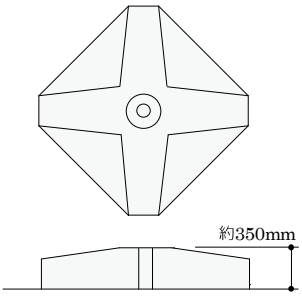
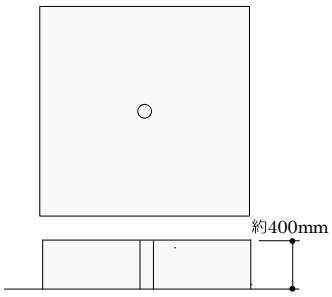
ESCON 19 SS - 340

ESCON･･･ESCON受圧板
19･･･････ 受圧板長さ
19→1.9m / 24→2.35m / 29→2.85m
SS ･･･････ 受圧板形状 C:クロスタイプ
SS:セミスクエアタイプ
340･･･････ 許容荷重 340→340kN

タイプ 呼　名	許容荷重 (kN)	受圧面積 (m^2)	A	B	C	D	H	φ1	φ2	支圧板寸法	重　量 (kg)
			(mm)								
ESCON19SS-230	230	2.56	1900	450	1026	1662	150	150	214	240以上	839
ESCON24SS-230	230	3.76	2350	475	1026	1998	160	150	220	240以上	1233
ESCON29SS-230	230	5.22	2850	440	1026	2326	170	150	225	240以上	1687
ESCON19SS-340	340	2.56	1900	450	1026	1662	160	150	200	250以上	884
ESCON24SS-340	340	3.70	2350	440	1026	1973	170	150	225	250以上	1251
ESCON29SS-340	340	5.22	2850	440	1026	2326	180	150	230	250以上	1762
ESCON19SS-450	450	2.56	1900	450	1026	1662	170	150	225	260以上	924
ESCON24SS-450	450	3.70	2350	440	1026	1973	180	150	230	260以上	1323
ESCON29SS-450	450	5.22	2850	440	1026	2326	190	150	236	260以上	1829

■ 600kN、800kNタイプはご要望に応じて設計いたします。事前にご相談ください。

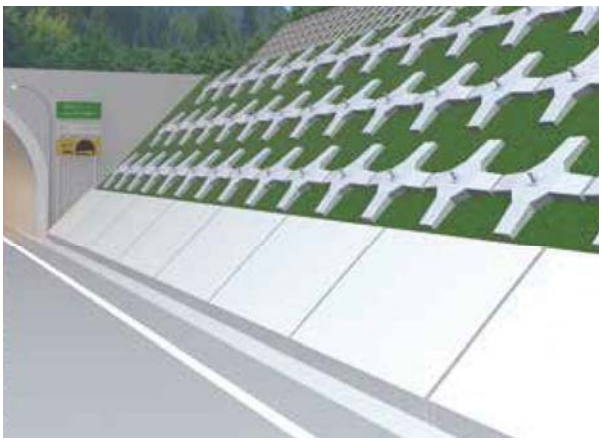
■従来工法との比較（2.5mピッチ セミスクエアタイプの場合）

工　法	ESCON受圧板（450kNタイプ）	従来工法（PC製 450kNタイプ）	現場打ち受圧板
概略図			
構　造	SRC製（鉄骨鉄筋コンクリート）	PC製（プレストレストコンクリート）	RC製（鉄筋コンクリート）
重　量	約 1.3t	約 2.0t	約 5.4t
コンクリートの耐久性	UFC指針(土木学会)に示されている設計耐用年数100年の耐久性を満足	一般的なコンクリート相当	一般的なコンクリート相当
補正角度	最大20度（別途角度調整台座を使用）	約10度（別途角度調整台座を使用）	約10度（別途角度調整台座を使用）

擁壁などの構造物を補強



全面緑化に近い開放的な緑化



覆工板

ESCONデッキ





ESCONデッキ表面の凹凸形状

特　長

●低騒音型

鋼製覆工板に比べ、車両走行時に発生する騒音が小さく、市街地や交通量の多い地域での使用に適しています。

●軽量・薄型

ESCONを使用することで、部材厚が鋼製覆工板の約半分とすることができます。
重量は鋼製覆工板と同程度で、同等性能を持つPC製覆工板よりも軽く、据え付けの作業性も向上します。

●高耐久性

超高強度合成繊維補強コンクリートであるESCONは緻密な組織を有しており、塩化物イオンの侵入や中性化に対する抵抗性が高く、塩害地域での使用に適します。また、凍結融解抵抗性にも優れ、寒冷地の使用にも適します。

●耐摩耗性

ESCONの硬化体が緻密であるため、耐摩耗性が高く、すりへり減量は普通コンクリートのおよそ半分です。

●すべり抵抗性

ESCONデッキ表面に凹凸形状を設け、降雨時においてもすべり抵抗性が高く、歩行者の安全性も確保できます。

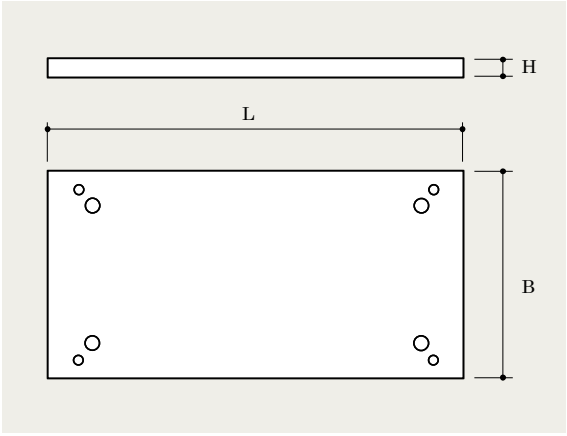
[すべり抵抗性試験]



表　面	実測値					平均
乾燥状態	105	107	109	109	111	108
湿潤状態	101	102	101	101	100	101

※(公社)日本道路協会の舗装調査・試験法便覧では湿潤状態で60BPN以上を規定

■規格および従来工法との比較



寸　法	ESCONデッキ	従来型 鋼製	従来型 PC製
L(mm)	2,000	2,000	2,000
B(mm)	1,000	1,000	1,000
H(mm)	112	208	190
重　量	490kg	430kg	850kg

耐摩耗性・耐衝撃性保護パネル

ESCON保護ブロック

特　長

ESCON保護パネルは、超高強度合成繊維補強コンクリートであるESCONの優れた強度特性、耐久性、耐摩耗性、耐衝撃性を生かしたプレキャストコンクリート版です。砂防えん堤において堤冠部や河床部の磨耗損傷に対する保護や、河川構造物の補修・補強・長寿命化に高い効果を発揮します。







■ 耐摩耗性・すべり抵抗性

ロサンゼルス試験機を用いてすりへり減量の測定を行いました。2000回転後でも原型をとどめており、高い耐摩耗性能を有しています。

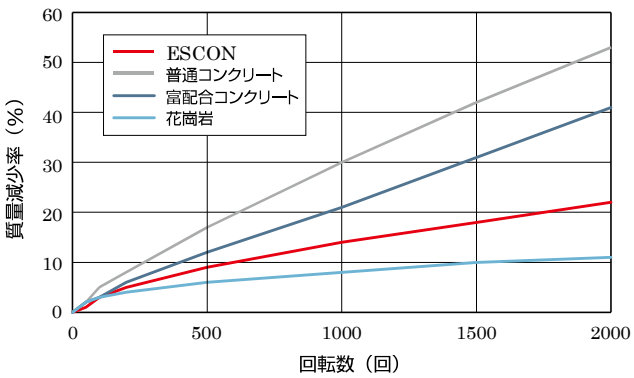
[ロサンゼルス式摩耗試験]

耐摩耗試験（ドラム式）



2000回転後比較写真





漁港岸壁アンカーの切欠き部用蓋部材

ESCONカバープレート





特　長

ESCONカバープレートは、ESCONの強度特性・耐久性を活かした薄くしかも腐食しない港湾・漁港岸壁のアンカー施工の切欠き部分を保護する蓋部材です。

エスイー独自の岸壁・護岸耐震補強アンカー工法と併用していただくことで、さらに効果的です。

- 強度試験実施済みです。（100kN対応）
- 漁港漁場新技術研究会での技術審査評価証を申請中です。

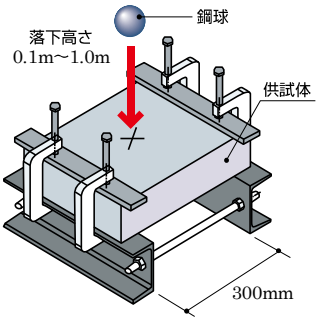
■ 耐衝撃性

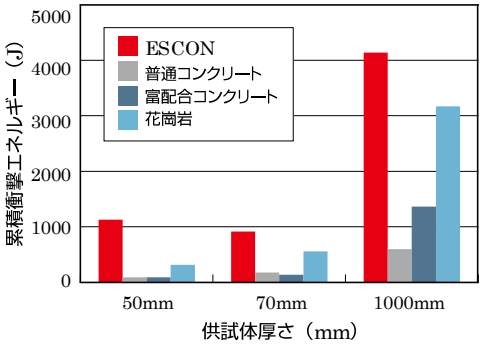
無筋のESCON板が、破壊するまで鋼球を落下させ、衝撃吸収エネルギーを算出しました。

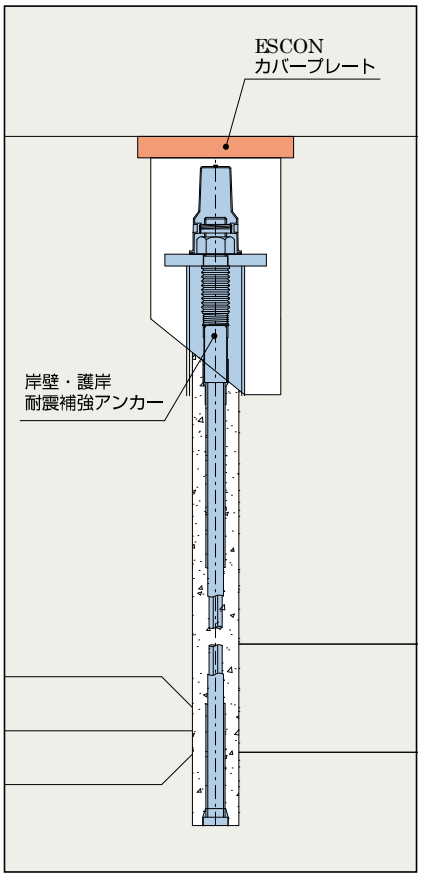
E(J)=Σ(m･g･h)

ここに、m：鋼球の質量、g：重力加速度　h：落下高さ

ひび割れが発生しても繊維の架橋効果で破壊に至るまでに多くのエネルギーを吸収します。







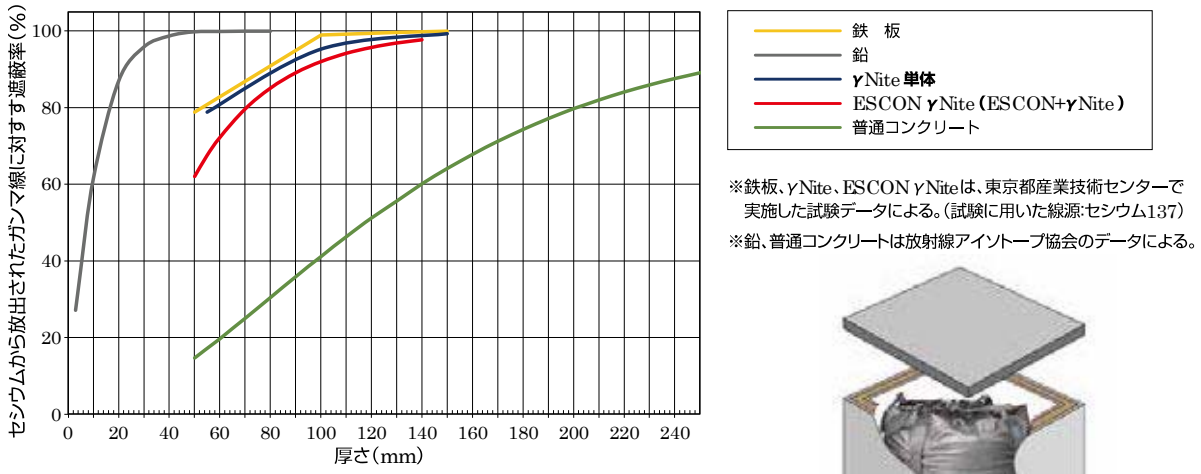
放射性廃棄物保存容器

ESCON γNite BOX 特許申請中

特　長

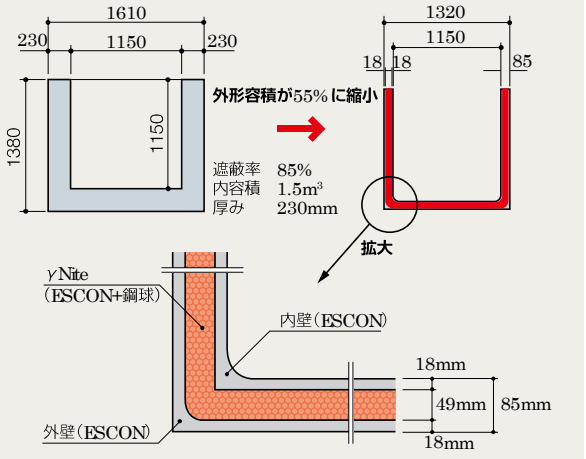
ESCON γNite BOXは、セシウムが放出するガンマ線に対し遮蔽率の高いγNiteを耐久性に優れたESCON(超高強度繊維補強コンクリート)で挟み込んだ構造になっています。
したがって放射性廃棄物に含まれるセシウムから放出されるガンマ線に対して高い遮蔽率を有し且つ、耐透水性や耐凍結融解性、耐薬品性に優れているため放射性廃棄物の長期保存に適します。

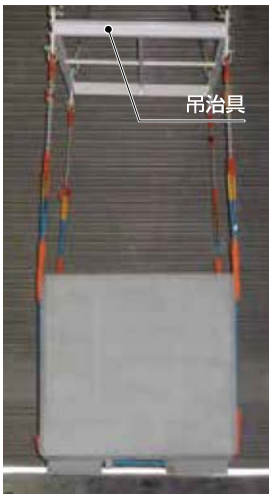
各種遮蔽材料のセシウムから放出される放射線に対するガンマ線の遮蔽率の測定結果



※鉄板、γNite、ESCON γNiteは、東京都産業技術センターで実施した試験データによる。(試験に用いた線源:セシウム137)
※鉛、普通コンクリートは放射線アイソトープ協会のデータによる。

γNite BOXを構成するγNiteは普通コンクリートに較べ高い比重を有しているため、容器の厚みを薄くすることができます。
例えば、遮蔽率85%、内容積1.5m³の容器においては、外形の体積は普通コンクリート製に較べ55%とコンパクトになり大幅な集積効率の向上に寄与します。











γNite BOX本体

道路橋床版への適用

ESCONスラブ



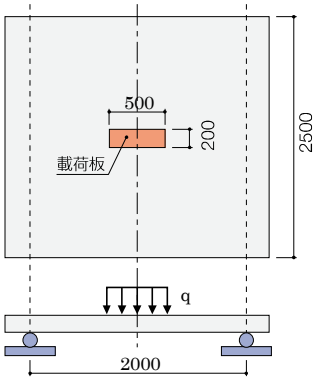
道路構造物の中では特に直接輪荷重を支持する道路橋床版は、車両の大型化や交通量の増加に伴い疲労耐久性が低下するとともに、塩害や凍害を併せた早期の損傷を発生している場合も多く見られます。

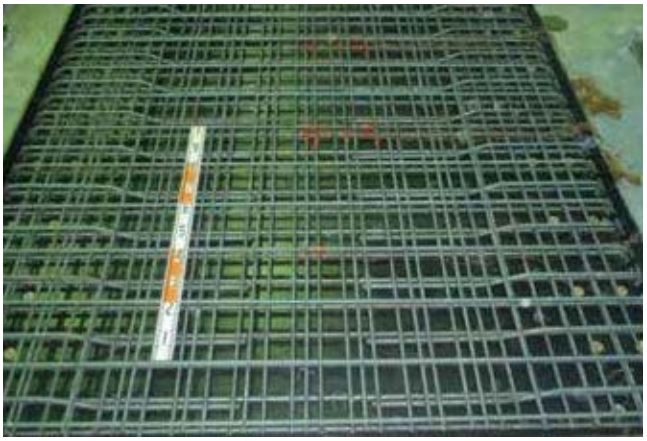
既設床版を更新する場合、新設床版には既設床版以上の疲労耐久性を有することが求められます。併せて既設桁や下部工への負担増とならぬよう既設床版よりも重くならないよう求められます。しかし、単純に軽量化のために床版を薄型化すると疲労耐久性の低下を招くことにもなります。

以上を踏まえ、コンクリート床版の打ち替えを前提にESCONと超高強度鉄筋（USD685）という超高強度材料に着目しこれらを組み合わせることで、従来の床版と比べて床板厚が1/2と軽量で、かつ、疲労耐久性を兼ね備えたRC床版を開発しました。

ESCONスラブの押抜きせん断耐力試験







ESCONスラブの鉄筋配置状況



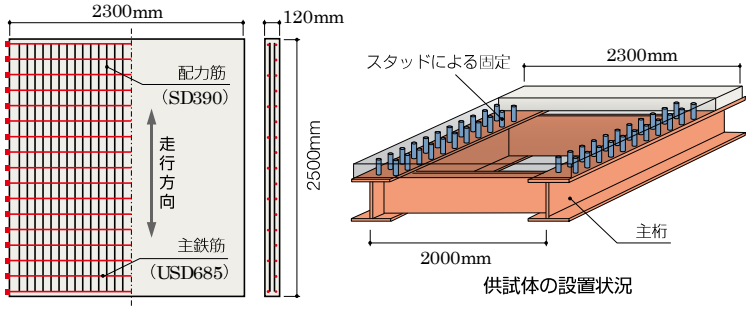
ESCONスラブの打設状況

■ ESCONスラブの疲労耐久性試験

大阪大学松井繁之名誉教授、近畿大学東山浩士准教授のご指導のもと、各種強度試験、疲労耐久性試験を行いました。

[輪荷重走行試験]

ESCONスラブ内の配筋状態を変えた4種類の供試体に、載荷荷重を100kNから220kNまで30kN刻みに4段階で増加させ、各荷重段階において4万回、220kNでは8万回の走行を行い、合計24万回の輪荷重走行試験を行い、それぞれの供試体の疲労における劣化を観察しました。



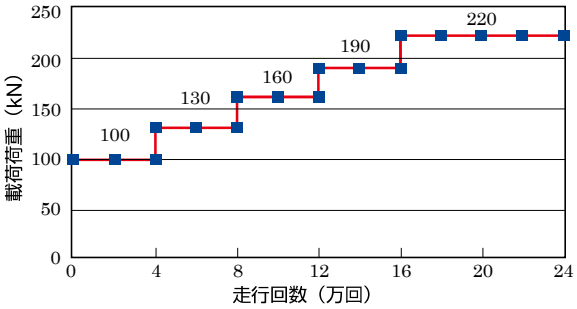
供試体の設置状況

供試体タイプ	配　筋(主鉄筋ピッチ)		継　手
Type-A	複鉄筋	@150mm	なし
Type-B	単鉄筋	@100mm	なし
Type-C	複鉄筋	@100mm	なし
Type-CJ	複鉄筋	@100mm	有り

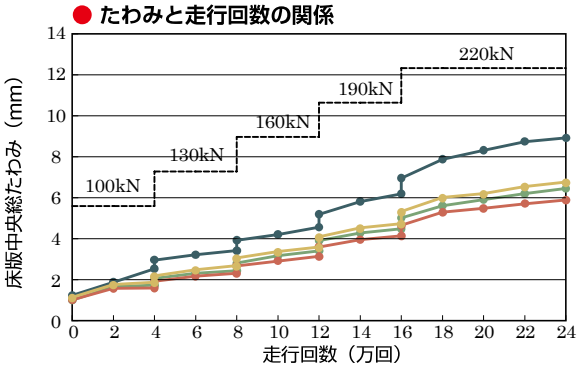




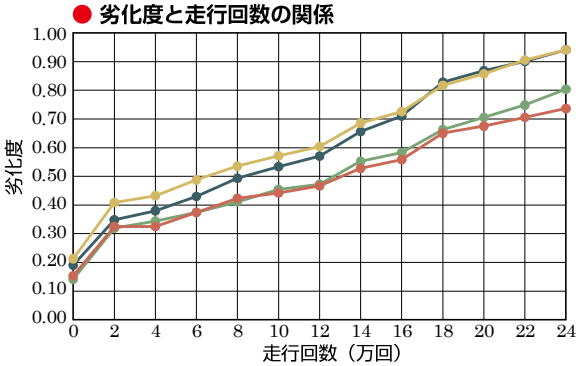
● 載荷ステップ



● たわみと走行回数の関係



● 劣化度と走行回数の関係



ESCONスラブは、床版厚さ120mmにもかかわらず、24万回の輪荷重走行試験においても全ての4タイプの供試体には、外観的にも目立った損傷は認められず、線形的なたわみ状態にありました。また、実測されました活荷重たわみをもとに算出された劣化度は、0.74～0.94で、使用限界でありますDd=1.0には達していません。

また、継手部は、異型ナットを用いた継手構造を採用していますが十分な耐久性を確保できていることが確認できました。

以上のことから、24万回走行後（法定軸重：2000台／日で100年以上）においても、十分耐久性が残存されていることが確認されました。

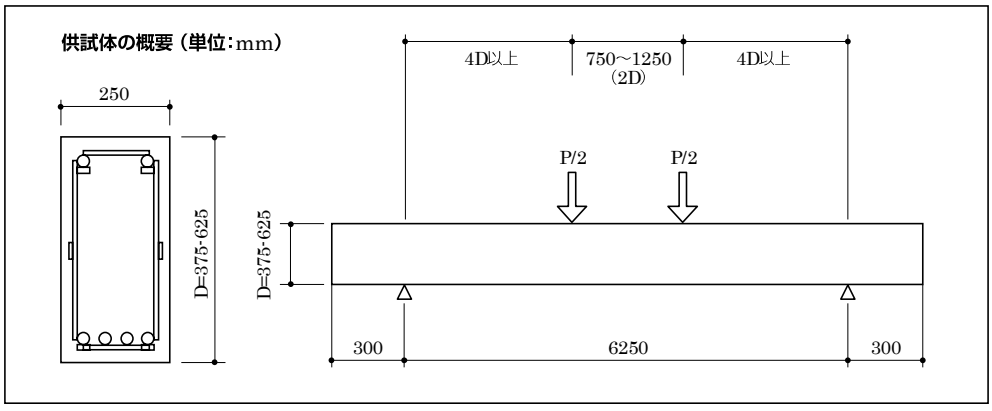
- 試験結果は（一財）災害科学研究所との共同研究によるものです。

橋梁上部構造への適用

- 橋梁上部工にESCONを用いることにより、従来のPCおよびRC構造の主桁と比較して軽量化でき、下部工への負担は低減できるとともに長大スパンの橋梁の実現が可能となります。
- 曲げ引張強度、せん断強度は普通コンクリートに比較して7～10倍程度あることから、ESCON単独で負担できる荷重領域が広がり、より合理的な部材断面とすることができます。
- 150N/mm²以上の圧縮強度が安定的に発現できることから現行基準で定められている安全率を3から2にすることも可能であり、さらなる部材断面のスリム化と部材の軽量化を図ることが可能となります。
- 従来のPC用のコンクリートに比べてESCONはクリープ、乾燥収縮が極めて小さいことからPC構造とした場合にはPC鋼材量が低減できます。
- USD685などの超高強度鉄筋とESCONを組み合わせることにより圧縮領域ではESCONの超高強度性能が十分に発揮できるようになり、断面のスリム化が図れるようになります。この挙動を実験で確認するため九州大学大塚久哲名誉教授のご指導のもと九州大学と共同研究を実施しました。

実験ケースとその材料諸元

試験体名		No.1	No.2	No.3
主鉄筋	種類（鉄筋径）	USD685(D25)	USD685(D29)	USD685(D32)
	降伏応力（N/mm²）	712	723	700
	ヤング係数（N/mm²）	2.02×10⁵	1.99×10⁶	2.02×10⁵
断面寸法	梁幅（mm）	250		
	梁高（mm）	375	500	625
支間長（mm）		6250		
曲げスパン（mm）		750	1000	1250
せん断スパン（mm）		2750	2625	2500





供試体製作状況



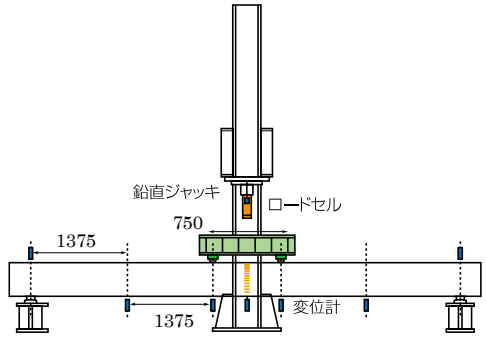
供試体打設状況

超高強度材料を使用したRC梁部材の曲げ耐力確認実験に対し、現行の設計基準にもとづいて再現解析を行いました。降伏耐力、終局耐力ともに実験値と解析値が近似しており、現行の設計基準により耐力評価が可能であることが判りました。

実験値と解析値の比較

	降伏荷重		
	実 験	解 析	ratio（実験/解析）
No.1	315.3	306.3	1.03
No.2	585.3	574.3	1.02
No.3	1010.0	926.0	1.09
圧縮ひずみ0.0025に達した時点の荷重			
No.1	339.3	335.0	1.01
No.2	610.7	605.0	1.01
No.3	1052.7	975.0	1.08

No.1 **計測機器の位置（単位：mm）**



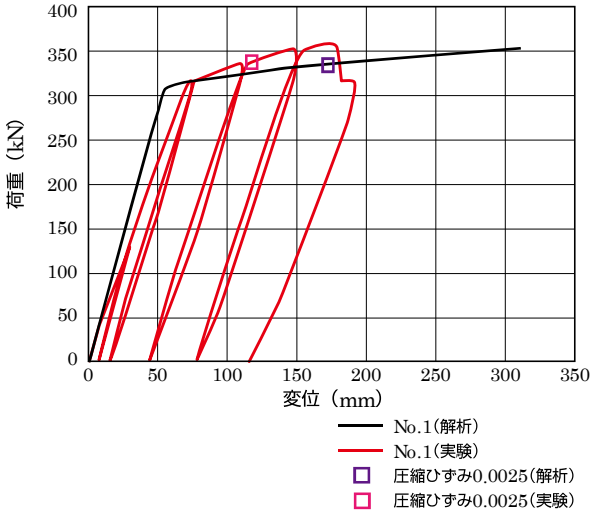


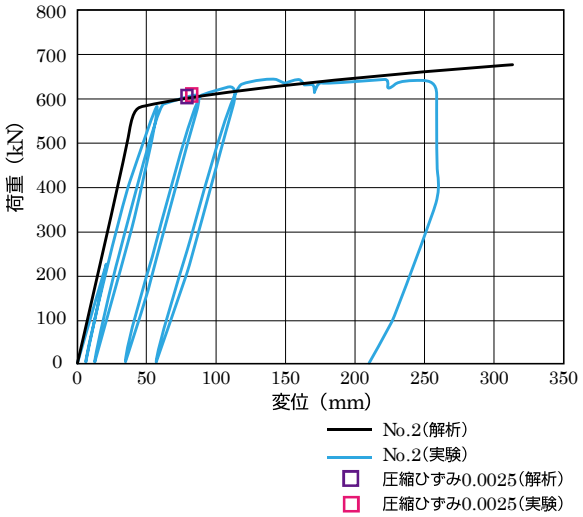
梁供試体のセット状況

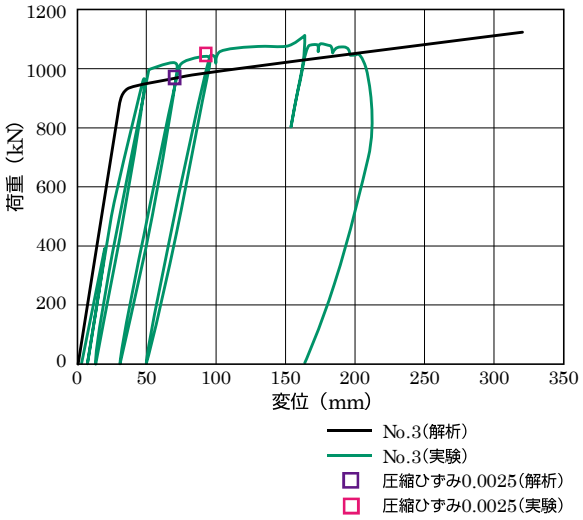


載荷試験状況

実験および解析により得られた荷重ー変位関係







橋梁下部構造への適用

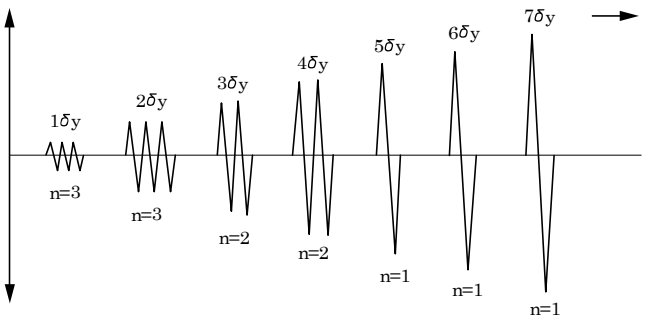
ESCONと高強度鉄筋(USD685)を用いた新設橋脚の開発

ESCONの超高強度鉄筋(USD685)を用いて柱部材(橋脚)の軽量化、耐久性向上および耐震性の向上を図ることを目的とし、これらを組合せた曲げ先行型RC柱部材について、正負交番載荷試験を実施しました。本試験により、超高強度材料の地震時の破壊特性や耐力・変形特性の解析を行いました。本件は、大塚久哲九州大学名誉教授のご指導のもと九州大学との共同研究として試験を実施しています。

【供試体】

供試体は「普通コンクリート+普通鉄筋」×1本、「ESCON+超高強度鉄筋(USD685)」×2体を作製した。「ESCON+超高強度鉄筋(USD685)」では軸方向鉄筋の鉄筋比を変えて、耐力および変形性能の差異を確認しました。また、帯鉄筋比は、全ての供試体で一定として試験を実施しました。

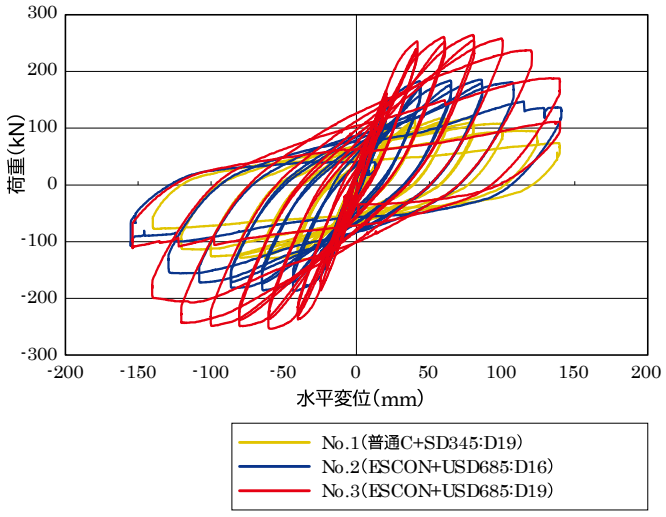
軸力は、実情を踏まえ単位面積当たり1.0N/mm²(載荷荷重160kN)としました。
載荷ステップは、土木研究所のガイドラインを参考に下図のような載荷ステップとしました。(δy:鉄筋降伏時の水平変位)



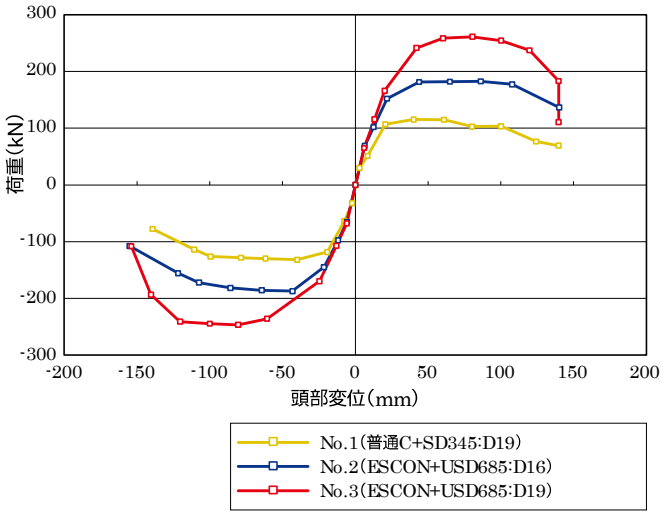


試験状況

P-δ 履歴曲線



P-δ 曲線の包路線





繊維により補強されており、かぶりコンクリートが剥落しない

No.3 供試体 7δ状況



かぶりコンクリートを取り除き鉄筋切断状況を撮影

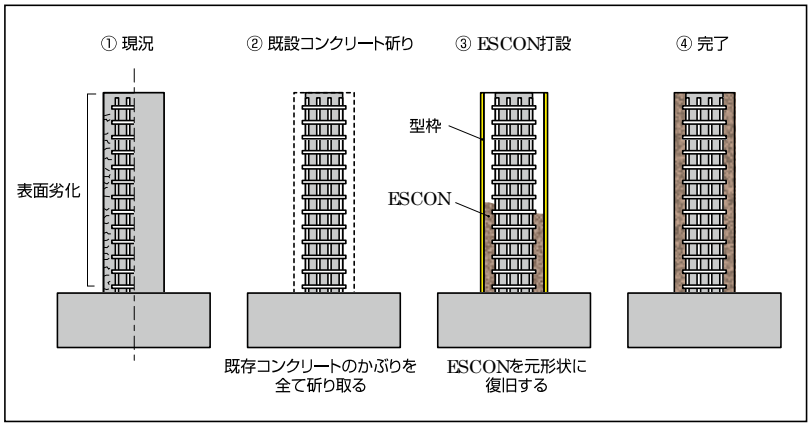
No.3 供試体 終局状況

場所打ちESCONを用いた既設橋脚の補修・補強への適用

既設橋脚の耐久性向上と耐震性の向上を目的に既設橋梁のかぶりコンクリートをESCONで打ち換える工法です。

ESCONが極めて緻密な材質であることから耐久性の向上が期待できます。

耐震性を確認するため、九州大学と共同研究を行い、かぶりコンクリート部分をESCONで打ち換えた供試体を作成し、正負交番載荷試験を実施しました。その結果耐震性の低下は認められませんでした。

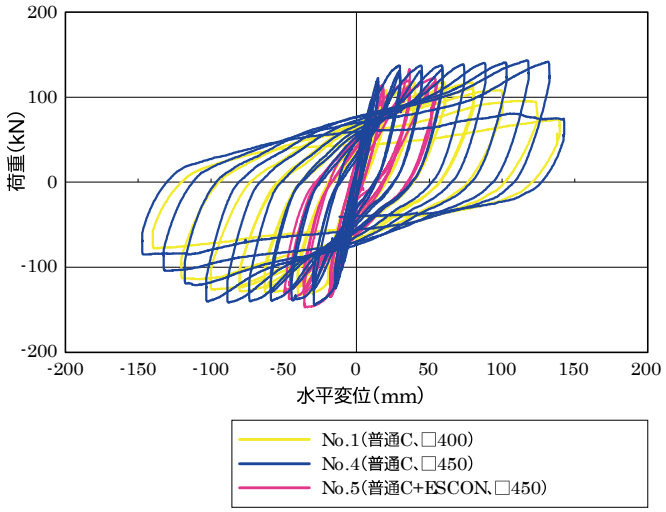




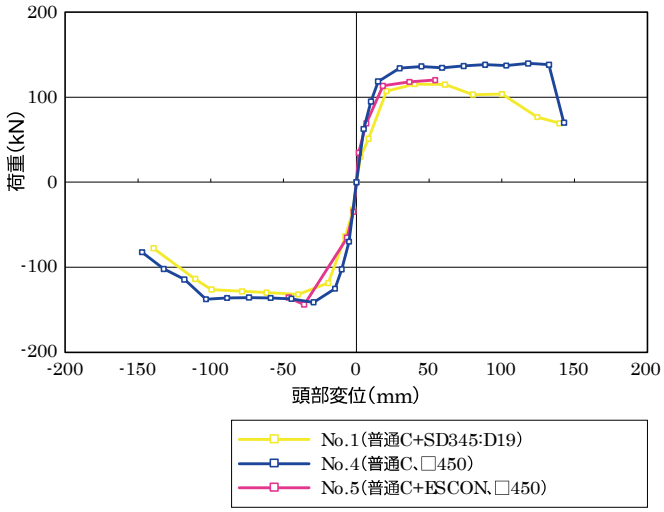
供試体打設製作状況

供試体は、新設橋脚の開発に使用した供試体と同様の鉄筋配置とし、柱断面を450×450mm（かぶり厚55mm）とした普通コンクリートの供試体を2体作製し、その内1体のかぶりコンクリートをはつり、ESCONで打ち換えました。（No.5供試体）

P-δ 履歴曲線



P-δ 曲線の包絡線





ESCONによる巻き立て部

No.5 試験体状況



No.5 供試体 9δy状況





No.5 供試体 終局状況

株式会社 エスイー

ISO9001 認証取得

ISO14001認証取得

環境認証範囲は山口工場と本社部門

本　　社　〒163-1343 東京都新宿区西新宿6丁目5番1号（新宿アイランドタワー） TEL(03)3340-1826 FAX(03)3340-5546

●当社の詳しい情報はインターネットでご覧いただけます。 http://www.se-corp.com

ESCON®は、登録商標です。