

PC橋に用いる被覆PC鋼線技術【性能評価項目と試験方法】

性能評価項目				性能評価項目を適用する用途			評価指標		試験方法		試験概要		主な試験条件		試験の有効範囲		評価指標 試験の上限	
				プレテンション	内ケーブル	外ケーブル												
機械的性質	A-1	コンクリートとの付着強度	コンクリートとの付着強度(付着長と付着応力比のいずれかを実施)	適用	-	-	付着長(常温)	φ	「全素線塗装型PC鋼より線を使用したPC構造物の設計・施工ガイドライン(土木研究センター)」	定着長試験	所定の応力を導入した後コンクリートを打設し、一定の温度サイクルにて蒸気養生を行う。脱型後にゲージを貼り付け、緊張側定着板のナットを緩め、完全に応力を開放した時点のゲージのひずみを測定し、応力分布状態を確認する。	・導入緊張力は0.2%永久伸びに対する荷重の80% ・温度は常温とする	・鋼材径の最も大きい径の製品で代表可 ・被覆表面の平滑さの異なる製品毎に試験が必要	-				
							付着応力比	%	土木学会	引抜き試験 JSCE-E 736-2010	引き抜き試験用の供試体に、自由端のすべり量が最大自由端すべり量に達するまで一様の速度で加重を加え、記録した初滑荷重を記録し、普通PC鋼材の初滑荷重に対する割合を求め確認する。	・載荷は毎分50.0N/mm2以下	・鋼材径の最も大きい径の製品で代表可 ・被覆表面の平滑さの異なる製品毎に試験が必要					
	A-2	コンクリートとの付着強度の温度依存性	高温時(65℃)のコンクリートとの付着強度(付着長と付着応力比のいずれかを実施)	適用	-	-	付着長(65℃)	φ	「全素線塗装型PC鋼より線を使用したPC構造物の設計・施工ガイドライン(土木研究センター)」	定着長試験	所定の応力を導入した後コンクリートを打設し、一定の温度サイクルにて蒸気養生を行う。脱型後にゲージを貼り付け、蒸気にて養生し、コンクリート内部を含めて65℃以上になった時点で完全に応力を開放し、ゲージのひずみを測定して応力分布状態を確認する。	・供試体温度:65℃ ・導入緊張力は0.2%永久伸びに対する荷重の80%	・鋼材径の最も大きい径の製品で代表可 ・被覆表面の平滑さの異なる製品毎に試験が必要 ・被覆材質の異なる製品毎に試験が必要	-				
							滑り込み量	mm	土木学会	昇温試験 JSCE-E735	緊張させた被覆PC鋼線を埋め込んだコンクリート供試体を作製し、乾式もしくは湿式の炉内にて加熱する。このときの昇温速度は0.5±0.2℃/分とした上で、少なくとも85℃までは加熱を継続し、各温度における変位計の平均値より温度、端末滑り曲線を作製する。この曲線から端末滑り量が0.25mmに達する温度を読み取る。	・温度が65℃に達した時の鋼材端部の滑り込み量を計測 ・導入緊張力は規格引張荷重の75%	・鋼材径の最も大きい径の製品で代表可 ・被覆表面の平滑さの異なる製品毎に試験が必要 ・被覆材質の異なる製品毎に試験が必要					
A-3	被覆硬化度	被覆が十分に硬化している	適用	適用	適用	被覆異常の有無		「全素線塗装型PC鋼より線を使用したPC構造物の設計・施工ガイドライン(土木研究センター)」	被覆硬化度試験	メチルエチルケトンで湿した「セ」で皮膜表面を10往復こすり、被膜の軟化及び粘着化の有無を指触評価で確認する。	・溶剤の種類:メチルエチルケトン溶剤 ※熱硬化性樹脂のみ実施	・被覆材質の異なる製品毎に試験が必要	-					
A-4	鋼材と被覆の付着強度	引張方向の鋼材と被覆の付着強度	適用	適用	適用	被覆の異常及び被覆と鋼材の付着異常の有無		日本工業規格	金属材料引張試験 JIS Z 2241 (JIS G 3536) 付着性(クロスカット法) JIS K5600-5-6	・引張試験により、被覆に亀裂や飛散等がないか確認を行う。 ・緊張により被覆と鋼材の剥離等を確認するため、 ①金属材料引張試験を行った試験材に対し、 ②付着性(クロスカット法)の試験を行い、被覆にはがれが生じないことを確認する。	①JIS Z 2241金属材料引張試験方法 加える引張力は、0.8Pu又は0.9Pyの小さい方の値以上とし、試験材は破断させない。 ②JIS K5600-5-6付着性(クロスカット法) 試験材中央部において1素線あたり5マスのクロスカットを3素線に入れる。テープは素線方向に引きはがす。 引張試験後、被覆に変色が認められた場合は、その箇所のクロスカットを追加する クロスカットの幅は塗膜厚121~250μmの場合はカット幅3mm、塗膜厚251~500μmの場合は4mm、501~750μmの場合は5mmとする。	・被覆表面の平滑な製品で代表可 ・被覆材質の異なる製品毎に試験が必要	-					
耐疲労性	B-1	引張疲労強度	引張方向の耐疲労性能	-	適用	適用	繰返し載荷数(引張)	回	「PC箱桁外ケーブルに用いる防錆被覆PC鋼材の性能照査指針」(PC工学会)	定着具の疲労試験	引張疲労試験機に試験片を介して被覆PC鋼材用定着具を取り付け、軸方向に繰返し引張荷重を与え、定着部が滑らないこと、かつ破断がない繰返し載荷数を確認する。	・下限荷重:0.6Pu ・応力振幅:100N/mm2	・鋼材径の最も大きい径の製品で代表可	-				
	B-2	偏向部鋼材疲労強度	偏向部における鋼材の疲労に対する抵抗性	-	-	適用	繰返し載荷数(偏向部・鋼材)	回	土木学会	フレッティング疲労試験 JSCE-E734	緊張力を導入した試験材を試験装置に固定し、アクチュエーターにより繰返し曲げ載荷を与え、鋼材が破断していない繰返し載荷数を確認する。	・下限荷重:0.6Pu ・応力振幅:50±1MPa(N/mm2) ・振動数:0.5~2Hz ・マルチストランド(19S)	・鋼材径の最も大きい径の製品で代表可	-				
耐腐食性	C-1	耐塩害腐食性	塩分環境下において鋼材の腐食が生じない	適用	適用	適用	噴霧時間	時間	日本工業規格	中性塩水噴霧試験 JIS K5600-7-1	被覆したPC鋼材の試験片に対して5%の塩化ナトリウム水溶液を霧状に噴霧し、鋼材に錆が発生していない噴霧時間を確認する。	・試験溶液:5%NaCl水溶液、pH6.5~7.2 ・試験器内部温度:35±2℃	・鋼材径の最も薄い製品で代表可 ・被覆表面の平滑さの異なる製品毎に試験が必要	【試験の上限:7200時間】 ISO7253塩水噴霧 最も厳しい腐食区分における100年耐久相当より設定 参考文献:PC箱桁外ケーブルに用いる防錆被覆PC鋼材の性能照査指針(PC工学会)				
	C-2	偏向部被覆疲労強度	偏向部における被覆の疲労に対する抵抗性	-	-	適用	繰返し載荷数(偏向部・被覆)	回	土木学会	フレッティング疲労試験 JSCE-E734	緊張力を導入した試験材を試験装置に固定し、アクチュエーターにより繰返し曲げ載荷を与え、被覆から鋼材が露出していない繰返し載荷数を確認する。	・下限荷重:0.6Pu ・応力振幅:50±1MPa(N/mm2) ・振動数:0.5~2Hz ・マルチストランド(19S)	・被覆厚の最も薄い製品で代表可	【試験の上限:2000万回】 国内の最も多い大型車交通量を参考に、疲労設計荷重の載荷頻度より設定 参考文献:H29道示p152、H27センサステータ				
	C-3	耐薬品性	アルカリ浸漬に対し被覆の異常が生じない	適用	適用	適用	被覆異常の有無 ①塩化カルシウム(3モル濃度) ②水酸化ナトリウム(3モル濃度) ③水酸化カルシウム(飽和)		土木学会	酸・アルカリ浸漬試験 JSCE-E528	被覆したPC鋼材に3M・CaCl2、3M・NaOH、飽和Ca(OH)2、液温度23℃に1000時間浸漬し、被覆の異常(ふくれ軟化及び膨潤等)がないかを確認する。	・塩化カルシウム(3モル濃度) ・水酸化ナトリウム(3モル濃度) ・水酸化カルシウム(飽和) ※酸(硫酸)の試験は除く	・被覆厚の最も薄い製品で代表可 ・被覆材質の異なる製品毎に試験が必要	-				
施工性	D-1	耐衝撃性	施工中等において受ける衝撃により被覆層が著しく損傷しない	適用	適用	適用	落下衝撃力	N・m	日本工業規格	耐おもり落下性 JIS K 5600-5-3	<落体式> 先端が丸い円柱形のおもりを外筒に沿って落下させ、塗膜に対する曲げ及び伸びの抵抗性を評価する。 <デュボン式> 先端に一定の丸みを持つ型と、その丸みに合うほみをもつ受け台の間に試験片を挟み、おもりを落下させ、塗膜に対する曲げ及び伸びの抵抗性を評価する。	・落下高さは0.5m程度とする ・重りの質量:上限2000g	・被覆厚の最も薄い製品で代表可	【試験の上限:9.8N・m】 現場等で想定される衝撃力より設定 参考:IS K5600-5-3耐おもり落下性(落体式)、2000g(セットハンマー)×50cm(腰の高さ)				
	D-2	塗膜連続性	腐食などの原因となるピンホールによる塗膜の損傷がない	適用	適用	適用	ピンホール数	個/30m	土木学会	エポキシ樹脂塗装のピンホール試験 JSCE-E512	エポキシ樹脂塗装の製品そのものを試験材とし、ホリデーディテクターおよび深触子を用いてエポキシ樹脂塗装の塗膜に発生するピンホール(30m当たりの被覆表面のピンホール数)を検出する。	・試験電圧はピンホールが検出できる電圧(参考値(V)≧最低被覆厚み×4.55(V)×1.5)とする ・走査速度:0.5m/sec以下	・被覆厚の最も薄い製品で代表可	-				
	D-3	被覆密着性	納入時のコイル巻や曲線配置等により被覆に損傷が生じない	適用	適用	適用	巻付け時の視認されるような亀裂、ピンホール等の微小割れ、はく離など(=ピンホール等)の有無		土木学会	被覆密着性試験 JSCE-E731のうち曲げ試験	被覆PC鋼線を各試験用に適切な長さで切断したものを試験材とし、曲げ試験を行うことにより、被覆材とPC鋼線との密着性を評価する。	・直径の32倍の円筒に180°で固定	・被覆厚の最も薄い製品で代表可	-				
	D-4	耐偏向部つぶれ性	緊張時の腹圧力により偏向部の被覆がつぶれない	-	-	適用	露出の有無		土木学会	偏向部圧縮試験 JSCE-E 733-2010	曲げ半径3000mmの偏向管(内空保護管付き)に、試験材を配置し、これに緊張荷重(0.9Py)を加えた状態で150mm移動させた後、緊張荷重を5分間維持し、除荷する。その後曲げの最内層および内側から2層目の試験材を主として観察し、最も被覆のつぶれ状況が激しい部分の断面調査(鋼材が露出していないか確認)を行う。	・緊張保持時間:5分間 ・ケーブル移動:緊張荷重を加えた状態で150mm移動 ・マルチストランド(19S)	・鋼材径の最も大きい径の製品で代表可 ・被覆厚の最も薄い製品で代表可	-				