

PC グラウトの ISO 規格と今後の国際統合化

辻 幸和*

PC グラウトを含めた PC 分野における国際標準化の取組みを、国際規格への統合化の必然性および関連する ISO 規格の制定とその規格への適合性の評価システムの観点から紹介し、国際統合化への対応方法を提示する。そして、PC ポストテンションシステムについては、わが国の JIS マークと同じ製品認証システムを、製品認証機関の欧州技術認証機構 (EOTA) における欧州技術認証 (ETA) や ETA のガイドライン (ETAG 013) に基づく CE マーキングと同等性のあるものに構築することを提案する。そのため、PC グラウトの ISO 規格の ISO14824 (PC 緊張材のグラウト) だけでなく、ISO 規格体系において重要な ISO 22966 (コンクリート構造物の施工) における 4 章の「品質マネジメント」と 7 章の「プレストレッシング」とともに、ETAG 013 について、PC グラウトの製造と注入の規定内容を解説する。

キーワード：PC グラウト、ISO 規格、ISO 14824、ISO 22966、CE マーキング、製品認証システム

1. はじめに

PC グラウトの ISO 規格が ISO 14824 (PC 緊張材のグラウト) として、2012 年に制定された。ISO 14824 の規格は、3 部構成になっており、その構成と内容はともに、欧州規格 (EN) と同じである。なお欧州規格は、EN 445、EN 446、EN 447 と、規格別になっている。世界貿易機関 (WTO) の「貿易の技術的障害に関する協定」(TBT 協定) に基づいて、わが国で用いる PC グラウトについても、今後 ISO 14824 の規格を遵守していくことへの国際統合化が要請されてくる。

本文では、PC グラウトの ISO 規格とその関連規格を、それら制定の経緯と内容について解説する。そして、わが国の PC グラウト関連の規格を国際統合化する対応方法についても、提案するものである。

2. ISO 14824 制定の経緯

PC グラウトの ISO 規格が ISO 14824 (PC 緊張材のグラウト) として、2012 年に制定された。2011 年 6 月 29 日から 11 月 29 日までの 5 か月間の国際規格原案 (DIS) 投票、2012 年 7 月 11 日から 9 月 11 日までの 2 か月間の最終国際規格案 (FDIS) 投票を経ての、ISO 規格の制定である。

この ISO 規格に関連する PC グラウトの新しい品質管理試験は、欧州技術認証機構 (EOTA) より、2002 年に発刊された「PC ポストテンションシステムの欧州技術認証に関するガイドライン (ETAG 013)」¹⁾ に採用されている。このことは、注目すべきである。このガイドラインに適合することが証明された PC グラウト等のポストテンションシステムのみが、CE マーキングを表示することができる。そして、欧州連合 (EU) および欧州自由貿易連合 (EFTA) の域内で自由に流通して、使用することができるのである²⁾。

JIS マークの製品認証システムは、2005 年に新たに JIS Q 1001、JIS Q 1011 および JISQ 1012 として制定された。CE マーキングと同じ製品認証システムをわが国に導入して、EU や EFTA との相互承認協定を締結し、欧州諸国と工業製品の自由な流通を図っていくことは、わが国の重要な政策である。この JIS マークの製品認証システムの採用は、その政策を代表していると解釈される。

3. PC グラウト関連の ISO 規格体系と国際統合化への対応

PC グラウトに関連する ISO 規格の体系を、図 - 1 に示す。この図は、ISO 19938 (コンクリート構造物の設計) や表 - 1 にタイトルを示す ISO 22966 (コンクリート構造物の施工) に基づく PC グラウトの ISO 規格の体系である。そして、表 - 2 と表 - 3 に、前述の ETAG 013 のタイトルと具体的な PC ポストテンションシステム製品の規格内容を示す。その中に規定されている欧州標準化委員会 (CEN)

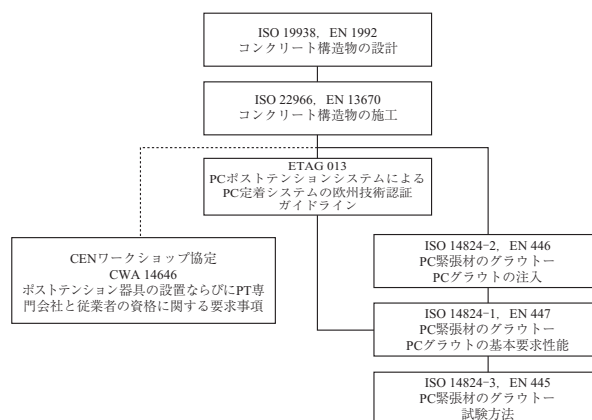


図 - 1 PC グラウトに関連する ISO 規格の体系

* Yukikazu TSUJI : 前橋工科大学 学長

表 - 1 ISO 22966 (コンクリート構造物の施工)

まえがき
序文
1. 適用範囲
2. 引用規格
3. 定義
4. 施工マネジメント
4.1 仮定
4.2 文書
4.3 品質マネジメント
4.4 不適合な場合の処置
5. 支保工および型枠
6. 鉄筋工
7. プレストレッシング
7.1 一般
7.2 緊張作業の材料
7.3 運搬および保管
7.4 緊張材の配置
7.5 緊張作業
7.6 防護工 (PC グラウト, グリース工)
8. コンクリート工
9. プレキャストコンクリート要素の施工
10. 寸法精度
附属書 A (参考) 技術書類の指針
附属書 B (参考) 施工マネジメントの指針
附属書 C (参考) 支保工および型枠の指針
附属書 D (参考) 鉄筋工の指針
附属書 E (参考) プレストレッシングの指針
附属書 F (参考) コンクリート工の指針
附属書 G (参考) 寸法精度の指針
附属書 H (参考) 国家附属書の指針

表 - 2 PC 定着システムの欧州技術認証ガイドライン (ETAG 013) の構成

1 編 序論
1 章：前提条件
2 章：適用範囲
3 章：用語
2 編 使用目的適合性評価の指針
4 章 操作と PT システムの特性についての関連性
5 章 適合性評価方法
6 章 使用目的適合性の評価と判定
7 章 PT システムの使用の適合性を評価するに際しての仮定および勧告
7.0 一般
7.1 操作設計
7.2 梱包, 運搬, 貯蔵, 取扱い
7.3 緊張装置
7.4 設置, 緊張, グラウト注入
3 編 適合性の評価と判定
8 章 適合性の評価と判定方法
4 編 欧州技術認証
9 章 欧州技術認証
附属書 A：一般用語と略号
附属書 B：PT システムの試験方法
附属書 C：引用規格
附属書 D：本体 7 章の関連事項
附属書 E：本体 8 章の関連事項
附属書 F：PT システムのデータシートの推奨様式

ワークショップ協定 (CWA 14646) も、欧州規格 (EN) では規格の一部と位置付けられている。

PC 鋼材や鉄筋についても、すでにそれぞれ ISO 6934 や ISO10025 の ISO 規格が制定されている。そして、JIS でも対応する規格として、国際統合化が図られている。

しかし、PC グラウト等のポストテンションシステムに関しては、JIS 等の国内規格を国際規格に整合させること

表 - 3 PC ポストテンションシステムの構成材料・器具と適用規格名

材料または器具	規 格
PC 鋼材	ISO 6934 または EN 10138
モノストランドの PC 鋼材	附属書 C.1
鋼製シース	EN 523
鋼管	ISO 4200 または EN 10255
平滑なプラスチックパイプ	附属書 C.2
コルゲート状プラスチックパイプ	附属書 C.3
充填材	ISO 14824 または EN 447
特殊充填材	附属書 C.4
定着具筋	ISO 10025 または EN 10080

が求められているが、現在までのところ、これらポストテンションシステムに関する国家規格である JIS 規格はなく、その制定計画はない。そのため、団体規格のプレストレストコンクリート工学会の指針³⁾、プレストレスト・コンクリート建設業協会のマニュアル⁴⁾、土木学会のコンクリート標準示方書⁵⁾、日本道路協会の指針、規準⁶⁾などにより対応されることになる。わが国の国家規格や団体規格を、ISO 規格の国際規格に整合する国際統合化が、今後重要な課題となっている⁷⁾。

以上のように、PC グラウトにおいても品質規格の国際統合化が要請されている状況で、設計施工指針において傾斜管試験、鉛直管試験および単位容積質量試験などの新しい品質管理試験が国内で規格化されたことは、非常に有意義なことである。規格化に際しては、国内で市販されている PC グラウトを用いて実際に試験を行い、各試験の適合性を検討している。また、品質検査システムは各試験の適合性を考慮して構築されているので、それらの検討結果は、新たに提案する品質検査システムの妥当性を証明するための有効なデータとなる。

今後は、検討結果を広く国内外に公表し、この品質検査システムが土木学会規準や JIS 規格等の国内規格に採用されることが望まれる。さらに、日本の国内規格を国際規格に採用されるための積極的な ISO 活動を実施することが、国際統合化の対策方法としても重要である。

4. ISO 22966 : 2009 (コンクリート構造物の施工方法)

ISO 22966 (コンクリート構造物の施工方法) が、2009 年 11 月 9 日に発行された。欧州規格の EN 13670-1 (コンクリート構造物の施工 - 第 1 部: 一般原則: Execution of Concrete Structures-Part 1: Common Rules) とタイトル、章構成、および規格内容をほとんどすべて踏襲している。その規格の構成は、表 - 1 に示している。

4 章の 4.3 「品質マネジメント」においては、図 - 2 に示すように、「品質マネジメントの要求事項には、施工クラス 1、施工クラス 2、施工クラス 3 の 3 種類の施工クラスのいずれかを指定して、規定しなければならない。施工クラス 1 から施工クラス 3 にいくほど、要求が厳しくなる。」こととともに、「施工仕様書には、用いる施工クラス

4.3 品質マネジメント 4.3.1 施工クラス

(3) 品質マネジメントの要求事項には、次に示す3種類の**施工クラス**のいずれかを**指定して、規定**しなければならない。クラス1からクラス3にいくほど、要求が厳しくなる。

施工クラス1
 施工クラス2
 施工クラス3

(5) **施工仕様書**には、用いる**施工クラス**が指定されなければならない。

図 - 2 施工クラス (ISO 22966)

が指定されなければならない。」ことが規定されている。なお、PC 構造物の施工クラスは、施工クラス2または施工クラス3が指定される。

図 - 3 に示すように、7章「プレストレッシング」の7.1「一般」には、「PC 構造物の緊張材やポストテンション装置等の配置する要件および専門会社 (specialist company) とその従業員の資格の要件を、施工仕様書に規定する。」ことも、決められており、わが国よりも明瞭な資格要件が定められている。

7 プレストレッシング 7.1 一般

(1) 次の要求事項を適用する PC 構造物の施工は、

- 付着のあるプレテンション、
- 付着のあるポストテンション、
- アンボンドのポストテンション方式の内ケーブルと外ケーブル、である。

PC 構造物の緊張材やポストテンション装置等の配置、専門会社 (specialist company) とその従業員の資格、の要件を、**施工仕様書に規定**すべきである。

図 - 3 プレストレッシング (ISO 22966)

そして、7.2「プレストレッシングの材料」の7.2.1「ポストテンションシステム」においては、図 - 4 に示すように、「ポストテンションシステムは、国家技術認証 (National Technical Approval) あるいは同等の認証を保持することが優先される。そしてこのような技術認証の無い材料および製品は、施工仕様書に規定されている要求事項

7.2 プレストレッシングの材料
 7.2.1 ポストテンションシステム

(1) ポストテンションシステムは、**国家技術認証 (National Technical Approval)** あるいは**同等の認証を保持**しなければならない、**施工仕様書**に規定されている要求事項を満足していなければならない。

(2) ポストテンションシステムのすべての部品は、例えば**同じプレストレッシングシステム**のものであるように、相互に適合していなければならない (shall be compatible)。

図 - 4 ポストテンションシステム (ISO 22966)

を、そこに規定された方法により満足していなければならないことを証明しなければならないことが要求される。」とともに、「ポストテンションシステムのすべての部品は、例えば同じプレストレッシングシステムのものであるように、相互に適合していなければならない (shall be compatible)。」ことも、それぞれ明記されている。

材料および製品の検査は、表 - 4 に示すように、施工クラスごとに実施される。この表でも、緊張システム材料は、施工クラス2または施工クラス3に分類され、前述の国家技術認証あるいは同等の認証を保持することが優先される。

PCを含め、図 - 5 に示すように、材料や工法などは国家技術認証 (National Technical Approval) を得たものを用いることが前提になっている。そして、専門会社 (Specialist company) が、施工仕様書 (Execution specification)

National Technical Approval (国家技術認証)

- ポストテンションシステム (7.2.1)
- 鋼製シース (7.2.2) - 国家規格, EN 523
- PC 鋼材 (7.2.3) - **ISO 6934**, EN 10138
- 定着具 (7.2.4) - (ETAG 013)
- セメントをベースにした PC グラウト (7.2.6) - **ISO 14824**
- PC 緊張材の取扱い、配置 (7.4.1) - 施工仕様書
- 緊張装置 (7.5.1) - (ETAG 013)
- PC グラウトの練混ぜと注入 (7.6.5) - **ISO 14824**, EN 447

図 - 5 PC 分野の国家技術認証 (ISO 22966 に追記)

表 - 4 材料および製品の検査 (ISO 22966)

対象項目	施工クラス 1	施工クラス 2	施工クラス 3
型枠・支保工の材料 ^{a)}	5.1 と 5.2 に記載の要求事項		
補強材 ^{a)}	6.2 に記載の要求事項		
緊張システム材料 ^{a)}	適用してはならない	7.2 に記載の要求事項	
フレッシュコンクリート、レディーミクストコンクリートおよび現場練りコンクリート ^{a), c)}	8.1 と 8.3 に記載の要求事項		
その他の材料 ^{a), b)}	レディーミクストコンクリートを受け入れる際には、納入書を提出しなければならない		
プレキャスト部材 ^{a)}	施工仕様書に記載の要求事項		
検査報告書 ^{a)}	必要なし	必要	

a. 認定された品質保証マークまたは製品認証機関から発行の認証書を貼付けしている製品は、その検査を納入書で現認しなければならない。疑義がある場合は、製品仕様書に適合していることをチェックしなければならない。貼付されていない製品は、施工仕様書に記載された検査と受入試験の方法で行わなければならない。

b. 埋込み材料のようなものが、例として挙げられる。

c. 指定コンクリートを用いる場合は、適切な関連特性を試験で検査しなければならない。

に従って施工することについても、ISO 22966の基本となっている。わが国の施工の実態を、このISOのシステムにどのように当てはめていくかの適切な対応には、ISOやCENおよびEOTA等の活発な動向調査が不可欠になる。

5. 製品認証を受けたPT定着システムの使用方法

欧州においてPCポストテンションシステム（以下、PTシステムと略称する。）は、ユーロコードあるいはこれと等価な国家规定に従って設計された構造物に用いられる。

PTシステムは、ユーロコードではCEマーキングの欧州技術認証（ETA）の認証を受けたシステムの仕様書に従って正確に配置される。PTシステムの配置のレベルは、システムそのものの信頼性と耐久性に顕著な影響を及ぼす。そのため、PTシステムの計画、設計、実施についての指導およびPTシステムに携わる組織と人員の資格等に関しては、EOTAの構成国は適切なシステム整備を行っているものとしている。

その適切なシステムとして、ETAG 013の附属書D（本体7章の関連事項）において、ETA保持者とPT専門会社の推奨すべきリソース（図D.1.1）が規定されている。すなわち、PTシステムのETAを保持している会社のETA保持者とそのPTシステムを実際の工事に用いるPT専門会社が、それぞれ有しなければならない組織に関する勧告である。専門技術、資材・人材の調達・供給、および現場作業について、技術者の資格と経験を含めて規定している。

たとえば、専門技術（Technical）について、ETA保持者は、次の技術者を要していなければならないとしている。

- 高度技術士または同等な資格を有し（a chartered engineer or equivalent）、PTシステムに少なくとも5年間の実務経験を有する者が、組織を主宰している。
- 主要技術者は、実施分野で3年以上の経験を有する者とする。
- すべての技術者は、設計、操作、法令および基準に関して最新の技術を維持するために、定期的な訓練を受けていなければならない。

またPTシステムを設置するのは、PT専門会社が実施するとしている。そして、PT専門会社は、次の業務を実施できるとしている。

- 現場において、適切な品質を保持して業務を準備し実施する。
- 現場において、予期せぬ問題に遭遇しても敏速に対応して、適切で安全な解決をするための提案をして、実施する。
- 熟練した専門家を訓練し、資格を取得させる。

6. ETAG 013によるPC定着システムの製品認証

6.1 ETAG 013 制定の経緯と適用範囲

PTシステムのCEマーキングの認証作業を行なうためのガイドラインが、欧州では2002年6月に、ETAG 013と

して発刊された。このETAのガイドラインは、当時の建設製品指令（CPD）の規定に従って、以下の手順により発刊された。現在ではより強制力のある建設製品規則（CPR）の規定に従っている。

すなわち、図-6に示すように、1998年4月16日にEUとEFTAから最終のマネード（mandate 98/456/EC）が、EOTAへ発行された。EOTAのETAG 013の作成委員会で原案の作成が始まり、3年半後の2001年10月22日にEOTAの理事会でこの原案が採択された。その後2001年12月18日と19日にEC委員会の建設常任委員会（SCC）で読会（reading）の公聴会が開催され、最終的に2002年5月28日に、EUにおいて正式に採択されて、ETAG 013として発刊された。

EOTAルートによるCEマーキングの取得
ETAGを作成しての適合性評価システム
ポストテンションシステム
2002年6月：ETAG013発刊 CPDの規定に従った手順により
1998年4月16日：EUとEFTAから、最終の委任（Mandate 98/456/EC）が、EOTAへ発行
2001年10月22日：EOTAの理事会で原案が採択
2001年12月18日と19日：EC委員会のSCCで読会が開催
2002年5月28日：EUにおいて正式に採択

図-6 ETAG 013によるCEマーキング

その章構成は、表-2に示したとおりである。4編と9章の本体に加えて、4種類の附属書の構成である。そして、A4版で130頁余りの大部なものである。

あるPTシステムが製品認証を得てCEマーキングを貼付できるためには、図-7に示すように、ETAG 013に従って、申請者がEOTAを構成する各国の製品認証機関に申し込んで審査を受ける必要がある。すなわち、前述の最終のマネードには、製品認証の証明方法として、「適合性評価符号」は「1+」の一番厳しい製品認証の証明システムが指示されている²⁾。

EOTAルートによるCEマーキングの取得
構成：4編と9章の本体+4附属書、A4版で130頁余
製品認証を得てCEマーキングを表示
ポストテンションシステムの申請者が、ETAG 013に従って、EOTAを構成する各国の製品認証機関へ申し込み、審査を受ける。
製品認証の証明システム：「1+」
2006年12月現在：6社8定着システム認証
2009年12月現在：14社20定着システム認証
2013年12月現在：28社53定着システム認証

図-7 ポストテンションシステムのCEマーキングの取得

ETAG 013で規定している要求事項としては、使用目的、対応すべき適切な処置を明確にして、数値、特性、適合性の評価の前提条件が明示されている。PTシステムには表-3に示したように、PC鋼材、定着装置、接続具、ダクト、充填材、パイプあるいはデビエータ用パイプ、定着具筋、

および附属品が含まれる。

PC 鋼材は ISO 6934 または EN 10138 に、モノストランドの PC 鋼材は本 ETAG 013 の附属書 C.1 に、それぞれ品質が適合しているものを用いる。また、鋼製のシースは EN 523 に、鋼管は ISO 4200 あるいは EN 10255 に、平滑なプラスチックパイプは附属書 C.2 に、コルゲート状のプラスチックパイプは附属書 C.3 に、充填材は ISO 14824 または EN447 に、特殊充填材は附属書 C.4 に、定着具筋は ISO 10025 または EN 10080 に、それぞれ品質が適合しているものを用いる。これら以外の材料を用いた PT システムは、本 ETAG 013 の適用外となる。

緊張材のタイプとしては、内ケーブルの付着有りの緊張材、内ケーブルのアンボンドの緊張材、および外ケーブルでその配置が部材断面内にある緊張材に限定している。したがって、グラウンドアンカー、断面外に配置される大偏心外ケーブルおよび斜張橋の斜材は含まれない。

PT システムはまた、ユーロコード（欧州構造基準）においてポストテンションシステムの施工の緊張作業に用いるものに使用される。また PT システムは、新設の構造物と既存構造物の補修および補強にそれぞれ用いられる。

PT システムは、主としてコンクリート構造物に用いられるとともに、ETA の適用の中に鋼構造物、組積構造物、木造構造物、その他の材料構造物にも用いることが規定されている場合には、それぞれに使用することができる。

PT システムは、すべての種類の構造物に適用できるが、大半は次の構造物に用いられている。すなわち、① 橋梁（上部構造物、橋脚、橋台、基礎）、② 建物（床、基礎、コア壁、壁、水平荷重耐力フレーム）、③ 貯水槽（壁、床、頂版）、④ サイロ（壁）、⑤ 原子力格納構造物、⑥ 海上構造物（すべての部位）、⑦ バージと浮プラットフォーム（すべての部位）、⑧ 擁壁、⑨ ダム、⑩ トンネル（軸方向と円周方向緊張材）、⑪ 大口径パイプ、⑫ 舗装と道路の構造物である。

PT システムまたは ETA に他の追加事項が規定されていない場合、PT システムは、上述した構造物に適用され、恒久的な用途を前提としている。

加えて、ETA の申請者は、もし必要ならば、次に述べる PT システムに関する文書を用意して、製品認証機関に提出するものとする。すなわち、① 部品の仕様と形状寸法の図面、② 設置、緊張、充填の各作業に関する特別な仕様書、③ 構造物の設計において配慮すべき手法、④ 部品の製作手法、⑤ 部品の運搬と貯蔵方法、⑥ 部品の設置方法、⑦ システムのメンテナンス方法についての文書である。

6.2 ETAG 013 における使用カテゴリー

種々な型式の緊張材は、特別な配慮が必要である。したがって ETA の申請者は、次の型式の緊張材の用途については、ポストテンションシステムの基本となる「使用カテゴリー」を明示しなければならない。すなわち、① PC および複合構造に用いる内ケーブルの付着有りの緊張材、② PC および複合構造に用いる内ケーブルの付着無しのアンボンド緊張材、③ PC 構造物に用いる外ケーブルでその配

置が部材断面内にある緊張材である。

ETA 申請者は、基本となる使用カテゴリーとともに、それを超える追加の「オプションな使用カテゴリー」を選択することができる。そしてこのオプションは、次の事項を含めることができる。すなわち、① 再緊張可能な内ケーブルあるいは外ケーブルの緊張材、② 交換可能な内ケーブルあるいは外ケーブルの緊張材、③ 寒冷地用緊張材、④ 樹脂を被覆した内ケーブルの付着有りの緊張材、⑤ カプセルの被覆緊張材、⑥ 絶縁緊張材、⑦ 鋼構造あるいは複合構造に用いる外ケーブルの緊張材、⑧ 組構造に用いる内ケーブルあるいは外ケーブルの緊張材、⑨ 木造構造に用いる内ケーブルあるいは外ケーブルの緊張材である。

このようなオプションな使用カテゴリーは、ETA に明記しなければならない。またたとえば、鋼構造物に外ケーブルとして緊張材を用いるといった使用カテゴリーが異なるものの組合せを追加オプションとする場合は、鋼構造物と外ケーブルのいずれの使用カテゴリーの要求事項にも満足することの「技術認証」を受けなければならない。このような追加のオプションの適合性の証明は、この ETAG を制定する時点については 4 章、5 章、6 章の各章に示しているが、製品認証機関が必要と判断した場合は、これらの章の規定に加えた追加の事項についても適合しなければならない。

6.3 ETAG 013 における仮定

この ETAG を使用するに際しての他の仮定（前提条件）は、7 章に規定している。図 - 8 に示すように、PT システムの部品を設置する PT 専門会社の業務が定められている。そして、前述した ETA 保持者と PT 専門会社の推奨すべきリソースを規定している。

7 章 PT システムを適正に評価する際に用いる仮定と勧告 ETAG 013

7.1 PT システムの部品を設置するのは、PT 専門会社が実施するとしている。

PT 専門会社は、次の業務を実施できる。

- 現場において、適切な品質を保持して業務を準備し実施する。
- 現場において、予期せぬ問題に遭遇しても敏速に対応して、適切で安全な解決のために提案して、実施する。
- 熟練した専門家を訓練し、資格を獲得させる。

図 - 8 PT システムの部品を設置する PT 専門会社の業務

6.4 使用目的への適合性の評価指針

(1) 評価指針の適用

使用目的に適合している「評価指針」は、PT システムのファミリーの適合性評価および使用目的への適合性評価についての指針として、3 編に 8 章（適合性の評価と判定方法）として示している。ETA の申請者は、ETA の認証を得る PT システムを定義し、実際の施工における操作方法と評価方法を明示しなければならない。

したがって、一般的に使用されている PT システムの種

類では、あるいくつかの試験を行い、その試験結果が使用目的に適合していることを示せばよい。ただその場合でも、表 - 2 に示した 2 編の 4 章の 4.1.1-1 節から 4.1.3-1 節までの「耐荷性の安定性の要求事項」については、すべての PT システムに適用されるため、除外できない。すなわち、特殊なあるいは革新的な PT システム、材料、あるいは適用範囲の拡大については、すべての試験を実施し、適合性評価を行うことになる。

(2) 評価指針の構成

PT システムが建設現場において所期の使用目的に適合することを評価する手順は、2 編（使用目的適合性評価の指針）に規定されている次の主なステップで行われる。

- 4 章（操作と PT システムの特性についての関連性）では、PT システムに関連する特殊な作業方法と使用方法について規定している。CPD の 11.2 節に規定されている「基本的要求事項」に始まり、PT システムに特徴的な要求事項についても言及している。
- 5 章（適合性評価方法）では、4 章で取り上げた事項についてのより詳細な定義および PT システムの特徴を証明することができ、かつ適切な PT システムの特徴を明示するための要求事項を表示する方法についても規定している。この証明は、基本的には試験により行うが、計算、解析および実績によっても、また既知の性能との比較によっても可能である。PT システムの試験方法は附属書 B に、規準化されていない構成部品は附属書 C に、それぞれ規定している。
- 6 章（使用目的適合性の評価と判定）では、PT システムの所期の使用目的に適合していることを証明する評価方法と判定方法の指針を規定している。そして、「判定基準のリスト」が示されている。
- 7 章（PT システムの使用の適合性を評価するに際しての仮定および勧告）では、PT システムの評価はそのシステムの使用目的に適合していることを証明することのみであるとの原則について、関連する「仮定と勧告」が示されている。

なお、EU からのマニフェストには、PT システムについて性能によるレベルあるいはクラスは指示されていない。

(3) 耐用年数（耐久性）および使用性

この ETAG 013 における試験方法および評価方法ならびに規定事項は、前述した 2 編の 7 章に規定されているように、PT システムが適切に使用され、またメンテナンスがなされていることを前提にしている。そして、欧州構造基準に規定される構造物と用いられる PT システムは、同じ設計耐用年数があることに基づいて規定されている。欧州構造基準では、橋梁や他の構造物の設計耐用年数は 100 年としている。このような耐久性の規定は、これまでに得られた知識と経験や技術に基づいている。

このような PT システムの製品に設計耐用年数を明示することは、製造業者あるいは製品認証機関が保証するものとは解釈できない。しかしながら、このように明示することは、構造物が経済的かつ合理的に設計耐用年数を得る適切な部材と材料を選定するために有用である。

ダクト内への注入作業も含め、PT システムを資格技能者により設置することは、設計耐用年数にわたって PT システムが耐久であることを保証するためにとくに重要である。

(4) 使用目的への適合性

CPD の 2.1 節に従って、この ETAG により定義された用語によれば、PT システムは合体され、組み合わせられ、設置されて、設計と施工が適切になされた場合には、基本的要求事項を満足するような特性を持っていなければならない。したがって、PT システムは、全体としてもまた部品としても、建設工事において適切でなければならない。そして、基本的要求事項を満足するために所期の目的に適合したものであり、それはまた経済的でなければならない。

このような基本的要求事項は、一般的なメンテナンスを行うことにより、設計耐用年数において経済的であり、合理的である条件を満足する。またこの要求事項は、一般に CPD の附属書 I に規定する条文の内容に対応するものである。

6.5 PT システムの適合性の評価と判定

PT システムの製品認証の典型的な手順としては、認証機関による品質管理システムの評価と製品検査機関あるいは試験機関による初回製品検査を受けて、初回適合性評価を満足しておれば、製品（登録）認証機関より「認証書」を得て、CE マーキングを貼付できる。その後に表示を継続するには、製品（登録）認証機関による「認証維持審査」を受けることになっている。すなわち、わが国で、2005 年に JIS Q 1001 が新たに制定され、2008 年 10 月 1 日から改正 JIS マークとして実施されている手順と同じものに依っている。

なお、EOTA における CE マーキングの取得状況は、ホームページに掲載されており、図 - 7 に示したように、2006 年 12 月現在で 6 社 8 PT システム、2010 年 12 月現在で 14 社 20 PT システム、2013 年 12 月現在で 28 社 53 PT システム（PC 定着器具や材料）が認証されている。わが国でも一般に使用されているフレシネー工法、ディビダーク工法、および VSL 工法などだけでなく、わが国に導入されていない PC 定着システムも多く認証され、CE マーキングを貼付して欧州域内で使用されている。

PT システムの製造業者を中央に位置付けた場合の JIS マークあるいは CE マーキングの品質保証システムは、図 - 9 に示すようなものである。すなわち、適合性の証明は、「検査機関」ならびに「製品認証機関」による、製造管理の初回適合性評価や認証維持審査を受けて、製品認証を経ている。

このような CE マーキングと同等性を確保するために、JIS マーク表示と同じ手順による PT システムの品質評価システムを、わが国において構築することを提案したい。

7. 高品質 PC グラウトとシース

PC グラウトに要求される性能は、表 - 5 および表 - 6 に示すことができる。すなわち、① ダクト内の充填性、② 部材コンクリートと緊張材を一体化させる付着強度、

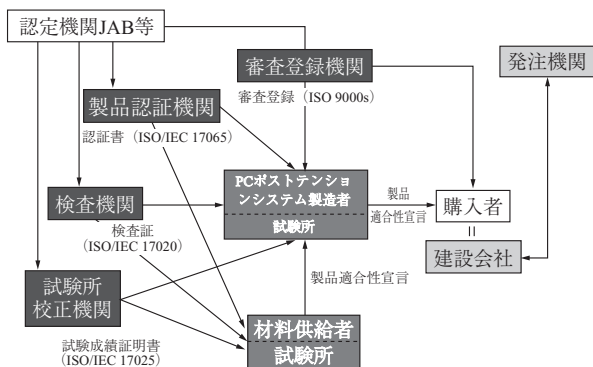


図 - 9 製造業者による適合性評価 (PC ポストテンションシステム)

さらに③鋼材の耐腐食性が、要求性能として選定される^{3~6)}。これらの要求性能は、ISO 14824-1 と対比できる。

① ダクト内の充填性は、注入方法にも関連するが、PCグラウトの流動性、ブリーディング率 (0.3%以下を標準とするが、0%が望ましい)、および膨張・収縮率 (-0.5%~0.5%を標準とするが、0%~0.5%が望ましい) で設定してよい。PCグラウトの流動性については、土木学会コンクリート標準示方書〔施工編〕では、JP漏斗による流下時間が、高粘性型で14~23秒、低粘性型で6~14秒、超低粘性型で3.5~6秒に分類されており、それぞれの流下時間の範囲で選定することになる。

② の部材コンクリートと緊張材を一体化させる付着強

表 - 5 PC グラウトの要求性能の比較

要求性能		標準値	ISO14824-1 (PC グラウトの基本要求性能) の規定内容
① ダクト内の充填性	均一性	1.2 mm ふるいに留まるかたまり (lump) がない	6.2 2 mm ふるいに留まるかたまり (lump) がない
	流動性	流下時間の範囲は、あらかじめ試験により求める	6.3 t_0 が 25 秒以下, t_{50} が t_0 の 1.2 倍以下, 0.8 倍以上, かつ 25 秒以下
		フロー値の範囲は、あらかじめ試験により求める	6.3 a_0 が 140 mm 以上, a_{30} が a_0 の 1.2 倍以下, 0.8 倍以上, かつ 140 mm 以上
	ブリーディング率	0 %	6.4 3 時間後で 0.3 % 以下
	膨張・収縮率	-0.5 % ~ 0.5 % を標準, 0 % ~ 0.5 % が望ましい	6.5 材齢 24 時間で -1 % 以上, 5 % 以下
凝結時間	-	6.7 始発が 3 時間以上, 終結が 24 時間以下	
② 部材コンクリートと緊張材を一体化させる付着強度	圧縮強度	30 N/mm ² 以上を標準, 部材コンクリートの圧縮強度以上が望ましい	6.6 材齢 28 日で 30 N/mm ² 以上, または材齢 7 日で 27 N/mm ² 以上
	密度	フレッシュ性状からの単位容積質量からの W/C が, メーカー推奨範囲の ±1.5 % 以内	-
	有害となる残留空気	シースのリブ部断面積程度より少ない量	-
③ 鋼材の耐腐食性	塩化物イオン総量	C x 0.08 mass % 以下, 0.30 kg/m ³ 以下	6.1 C x 0.10 mass % 以下

表 - 6 PC グラウトの品質試験方法の国内規格と ISO 規格 (土木学会規準, JHS, ISO)

土木学会規準および JHS 番号		ISO 規格: PC 緊張材のグラウト - 試験方法	
規準番号	規準のタイトル	規格番号	規格のタイトル
JSCE-F 531-1999	PC グラウトの流動性試験方法	ISO 14824-3	PC 緊張材のグラウト - 試験方法
JSCE-F 532-1999	PC グラウトのブリーディング率および膨張率試験方法 (ポリエチレン袋方法)		
JSCE-F 533-2007	PC グラウトのブリーディング率および膨張率試験方法 (容器方法) (案)		
JSCE-G 531-2007	PC グラウトの圧縮強度試験方法	ISO 14824-3	PC 緊張材のグラウト - 試験方法
JSCE-F 546-1999	傾斜管によるプレバックドコンクリートの注入モルタルおよび PC グラウトのレオロジー定数試験方法 (案)		
JHS 419-2004	PC グラウトの材料分離抵抗性試験方法	ISO 14824-3	PC 緊張材のグラウト - 試験方法
JHS 420-2004	PC グラウトのブリーディング率および体積変化率試験方法 (鉛直管方法)	ISO 14824-3	PC 緊張材のグラウト - 試験方法

度は、圧縮強度で代用して設定される。そして、30 N/mm²以上を標準とするが、部材コンクリートの圧縮強度以上が望ましい。そして、部材コンクリートの高強度化に伴って、PCグラウトの高強度化が要請されている。

①②についての照査方法は、初回の型式試験では、実際の構造物または部材と同等の構造条件および施工条件を有する施工実験を行うことが原則である。そして、仕様で規定している性能については、それぞれの表-6に示す土木学会規準や日本道路公団試験方法（JHS）に準じた試験方法により照査することとし、その後の施工時の性能確認試験や品質管理試験には、同じ試験方法を用いる。

要求性能の③についての鋼材の耐腐食性はISO 14824-1と対比しているPCグラウトにおける腐食性物質の含有を制限するものである。すなわち、練混ぜ時にPCグラウト中に含まれる塩化物イオン量の総量で設定される。塩化物イオンの総量は、できるだけ少ないほうが良い。近年緩和された許容値のC x 0.08 mass %以下が規定されているものの、プレテンション方式との整合も図って、部材コンクリートと同様な0.30 kg/m³以下を原則とするのが良い。その照査方法としては、練混ぜ時にPCグラウトに含まれる鋼材腐食性物質の含有量を試験することまたは推定すること、あるいは練混ぜ時に含まれる塩化物イオンの総量を所定の試験方法で求めることとしている。ただ後者の試験方法をノンブリーディングタイプのPCグラウトに適用する場合には、ブリーディング水が得られないため、PCグラウト中の水を別な方法で求める考案をしなければならない。

高耐久性を有するPC構造物を構築し、維持管理するためには、このような高品質PCグラウトの要求品質を、その役割に対応させて達成しなければならない。とくに、内ケーブルのPCグラウトに関する要求品質である。

そのためには、セメントをベースに用いて、前述した要求品質を達成するPCグラウトに関する材料、製造方法、品質試験方法、充填性能評価方法、PCグラウトの注入方法、ならびにこれらの品質管理システムについて、これまでの研究、開発、発展の経緯および今後の課題を理解しなければならない。これらの課題を理解することが、ISO 14824との国際整合化において、ISOの要求性能より優れた品質のPCグラウトが、PC構造物の高耐久性を図るために必要であることを主張して、ISOの専門委員会や分科委員会の委員の合意を得て、規格化するのに役立つことになる。

また、金属製に代えてプラスチック製のシースが、使用され始めている。シースの発錆を防ぎ、塩化物イオンの侵入を防止するうえで有効な方法である。しかしながら、

プラスチック製のシースは金属製のものに比べてヤング係数が小さいため、薄い層ではあるが、シース部分の変形が周囲の部材コンクリートやPCグラウトに比べて大きくなる。

このことに関連して、①PC鋼材とコンクリートとの一体性を確保する視点から部材の力学的性状に及ぼす影響について、②100年を超える長期供用時におけるプラスチック製シースの耐久性の保証について、③もし耐久性の保証が得られないケースではシースを介してのPCグラウトと部材コンクリートとの付着を低減して、あるいは考慮しないで設計することについては、ISO規格と関連させて、それぞれ十分に検討することが、今後必要があると思われる。

8. おわりに

PCグラウトを含むPC分野における国際標準化の取組みを、国際規格への整合化の必然性とその対応および関連するISO規格の制定とその規格への適合性の評価システムの観点から紹介し、国際整合化への対応方法を提案した。そして、PCポストテンションシステムについてのわが国の製品認証システムを、CEマーキングの認証機関の欧州技術認証機構（EOTA）における欧州技術認証（ETA）やETAのガイドライン（ETAG 013）に基づくものと同等性のあるものに構築することを提案した。

本文が、わが国のPC建設業界における適切な国際標準化の対応に役立つことができるならば、幸甚である。

本文を作成するにあたり、多くの論文・解説・技術資料を参考にさせて頂いた。論文・解説・技術資料の著者の各位に対し、厚くお礼申し上げます。

参考文献

- 1) European Organization for Technical Approval (EOTA) : Guideline for European Technical Approval of Post-Tensioning Kits for Prestressing of Structures (ETAG 013), 2002
- 2) 辻 幸和 : 欧州での建設製品の適合性評価 (CEマーキング), 土木技術 58 巻 2 号, pp.52-58, 2003 年 2 月
- 3) プレストレストコンクリート工学会 : PC グラウトの設計施工指針, 2005, 2012
- 4) プレストレスト・コンクリート建設業協会 : PC グラウト & プレグラウト PC 鋼材・施工マニュアル (2013 年改訂版), 2013
- 5) 土木学会 : コンクリート標準示方書 [平成 12 年制定]・施工編, 2013
- 6) 日本道路公団 : 日本道路公団試験方法, 第 4 編 構造関係試験, 2004 年 11 月
- 7) 辻 幸和 : PC 分野における ISO 規格と欧州規格の現状, プレストレストコンクリート, Vol.54, No.3, pp.14-23, 2012 年 5 月

【2014 年 11 月 26 日受付】