

PC構造物におけるコンクリートの品質管理

水上 善晴*

1. はじめに

PC構造物には、要求された期間、要求された機能を有していることが求められている。この要求を満足するPC構造物を実際に実現させるためには、構造物あるいは部材の性能水準を、設計供用期間中、許容範囲に維持できるように設計、施工、維持管理がなされることによって可能となる。

設計供用期間中のPC構造物の性能水準は、構造詳細などの設計内容、材料の品質、製造、施工方法、維持管理方法などのすべての影響を受ける。とくに、PC構造物に使用され、出来上がるコンクリートの性能は、コンクリートに使用する材料や、製造方法、施工方法などから極めて大きな影響を受け、PC構造物全体の性能にも大きな影響を及ぼすことが指摘されている¹⁾。

このため、コンクリートの製造、鉄筋・型枠の組立て、コンクリートの打設や養生、あるいは出来形の確認などの施工作業時において、PC構造物内のコンクリートに要求された性能を満足させるための「品質管理」と「検査」が行われている。

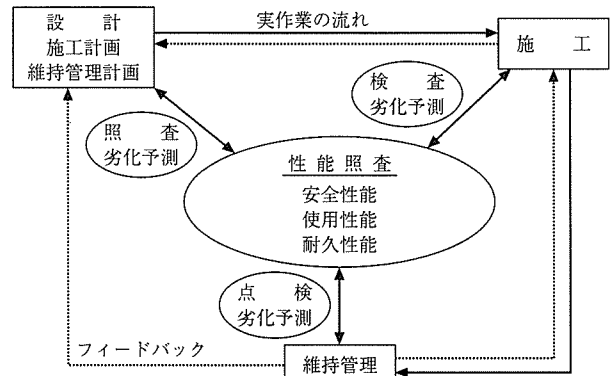
このように、PC構造物におけるコンクリートの品質管理と検査は、コンクリートの施工作業時を対象として行われているのが一般である。

2001年制定「土木学会コンクリート標準示方書 維持管理編」(以下、「維持管理編」)²⁾では、コンクリート構造物の性能水準を設計供用期間中、許容範囲内に維持させるためには、設計、施工、維持管理が一貫した概念のもとに、体系的かつ相互に連携することが重要であると示された(図-1)³⁾。

今回の制定が、性能設計体系への移行期の内容であることを考えれば、これまで一般に、施工時にのみ実施してきた「品質管理」と「検査」の行為が、設計、施工、維持管理されるすべての期間を通じて、体系的に行われるべき技術活動であるとする品質管理のこれからの方向性が示されたものと言える。



* Yoshiharu MIZUGAMI

日本道路公団 東北支社
仙台技術事務所 技術調査課図-1 設計、施工、維持管理の相互連携³⁾

本文は、「維持管理編」の制定内容を踏まえて、PC構造物のコンクリートにおける、品質管理の重要性と、設計、施工、維持管理の体系的な面から見たこれからの品質管理のあり方について述べるものである。なお、ここで取り扱う「PC構造物」とは、プレストレストコンクリートのほかに、波形鋼板ウェブPC箱桁橋などに代表される鋼・コンクリート合成構造を含むものとする。

2. 品質管理と検査

前述したように、PC構造物に要求された機能を、要求された期間発揮させるためには、構造や部材の力学的な性能と耐久性に関する性能の水準を、設計供用期間中、許容範囲内に維持させることが必要である。一方、PC構造物が有する性能の水準は、設計内容、コンクリートおよび鋼材などの材料の品質、あるいは製造、施工方法、維持管理方法などのさまざまな影響を受ける。

このため、PC構造物全体の耐久性能に大きな影響を及ぼすとされる、PC構造物内のコンクリートに対して、その性能を満足させるための行為と、その性能を確認するための行為は、極めて重要な技術活動であると言える。

このような技術活動は、平成11年改訂「土木学会コンクリート標準示方書 施工編」⁴⁾(以下、「施工編」)において、「品質管理」と「検査」として以下のように示されている。

「品質管理」とは、施工する立場の者が、検査に合格させるために行う行為であり、「検査」とは、受け取る立場の者が、品質が判定基準を満足しているか否かを判断する行為であると定義され、「検査を受ける立場」と「検査する立場」、「品質管理」と「検査」の関係が明確に示されている。

したがって、PC構造物内のコンクリートに要求された性能を満足させ、もってPC構造物全体の性能水準を、設

計供用期間中、許容範囲内に維持させるためには、受け取る立場の者は、施工する立場の者に要求する性能水準を示し、施工する立場の者は、示された性能水準を満足するコンクリートが得られるよう適切な品質管理を行って施工することが求められる。さらに、受け取る立場の者は、検査を実施してその性能を確認することが求められる。このように、品質管理と検査の一連の行為は、体系的、組織的に実施されることが求められているのである。

3. PC構造物の品質管理

PC構造物は、設計作業、施工計画、製造、施工作業を経て、現地に実際に実現され、維持管理される(図-2)¹⁾。このような過程を経るPC構造物において、要求された性能を有するPC構造物において、要求された性能を有するPC構造物を設計して、現地に実際に実現させるためには、設計、施工、維持管理、検査体系などが一貫した概念のもとに、要求された性能が得られるように、各過程の作業を進めなければならない。

各過程での作業は、上流側の作業段階で設定された内容に基づき、より具体的な内容を設定し、照査あるいは検査を実施して、要求された性能を満足していることを各作業段階で確認した後、次の作業段階へと移行する。このとき、照査を満足しない場合や、検査結果が判定基準を満足しない場合、あるいは上流側で設定された内容に変更が生じた場合などでは、その前の段階に戻って再度検討することが行われる。

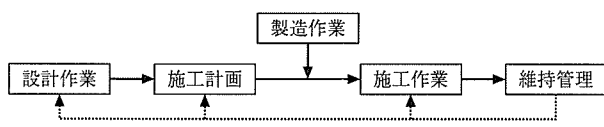


図-2 PC構造物の作業の流れ¹⁾

「コンクリート標準示方書」に示された標準的な施工方法及び維持管理方法、および、検査体系がなされ、各作業段階における照査や検査を満足した場合のPC構造物は、設計供用期間中、コンクリートの変状は顕在化せず、構造物の性能水準は許容範囲内に維持されていると見なすことができる。

一方、「コンクリート標準示方書」に示された標準的な施工方法や、維持管理方法、および検査体系を用いることが的確ではないと判断されるような場合、たとえば、新しい構造形式の採用や、新素材・新材料の採用、あるいは設計で期待した性能を確保できることが経験的に確かめられていない施工方法を採用する場合などでは、PC構造物の設計供用期間中の性能水準を、許容範囲に維持できると判断できる適切な設計方法、施工方法、維持管理方法が設定される必要がある。また、設計、施工、維持管理の各作業段階で満足させなければならない性能の水準、性能を照査(検査)する方法、照査(検査)した結果の判定基準などの検査体系についても適切に設定される必要がある。

このように、設計、施工、維持管理の各作業段階の内容と検査体系は、PC構造物を設計し、現地に実際に実現され、維持管理されるすべての期間を通じて、体系的に設定されることが必要となる。

さらに、PC構造物の性能が要求した性能水準を満足していることを確認する検査は、直接的に検査して確認することが理想である。しかしながら、そのような行為が可能な範囲は、コンクリートの表面状態や部材の位置、あるいは、形状寸法などのごく一部に限られているのが現状である。このため、PC構造物に要求された性能が満足されていることを確認するためには、設計、施工、維持管理の全期間を通じて、各作業の内容に応じた検査を体系的に実施して、PC構造物全体に要求された性能を満足させることが必要となる。

このように、PC構造物の品質管理は、施工作業段階において実施されるだけでなく、設計、施工、維持管理のすべての段階で、全期間を通じて、PC構造物の性能水準を、設計供用期間中、許容範囲内に維持させるという共通の命題に向けて、一貫した概念のもとに、相互に連携して体系的に実施されることが求められることとなるのである。

以上のように、設計、施工、維持管理のすべての段階、すべての期間を通じて、PC構造物に要求された性能を満足させるための技術活動が、これからの「品質管理」の概念であると考えられる。

この概念のもとに、設計作業、施工計画、施工作業、維持管理の各段階における品質管理の重要性と考慮すべき内容について以下に述べる。

4. 設計作業段階における品質管理

設計作業段階では、形状・寸法・配筋などの構造詳細、コンクリート・補強材などの材料、概略の施工方法、コンクリートの管理方法や検査体系、維持管理方法などが経済性を考慮して設定される。

PC構造物の耐久性能は、コンクリートの中性化、塩化物イオンの侵入、凍結融解作用、化学的侵食、アルカリ骨材反応などによる構造物の劣化、および構造物の水密性と耐火性に関する照査によって確認される。この照査では、設定された構造詳細や材料に応じて、適切な照査方法や照査結果の判定水準を設定する必要がある。たとえば、コンクリートの中性化では使用するセメントの種類、塩化物イオンの侵入では防食処理された補強材の採用や塩化物イオンの侵入抑制、化学的侵食では表面被覆や腐食防止処置などを設計段階から設定した場合などでは、それぞれに応じた適切な照査内容や方法、あるいは照査結果の判断水準が設定される必要がある。

また、設計作業段階では、コンクリートの現場内での運搬、打込み、締固め、養生などの施工方法は、標準の方法を用いることが一般である。施工条件や構造条件などによっては、標準以外の方法が設定される場合もある。このような場合には、設定された施工方法に対して、その影響を考慮した適切な方法によって、構造物の性能照査を行う必要がある。

このように、設計作業段階における品質管理は、コンクリートの製造、施工方法、検査体系、維持管理を通じて、設計作業段階で設定した内容が、後の作業段階で実施可能な内容であり、かつ適切な性能水準が得られる内容であることを総合的に見極めることであると言える。

5. 施工計画段階における品質管理

施工計画段階は、PC構造物の性能照査に合格する設計がなされた後に、設計作業段階で設定された項目を受け、工事の要件を満足するように、現場の条件を考慮して、施工詳細の確定、施工時に必要となるコンクリートの性能の設定、レディーミクストコンクリートの選定または配合設計、製造などの設定が行われる。

工事開始前に策定される施工計画は、設計された構造物を現場において確実に実現させるための重要な作業であり、構造物の建設に必要な施工方法の詳細、工程計画、資機材の調達などが設定され、要求された性能を実現させるために必要となる管理体制、検査体制が決定される。

PC構造物内のコンクリートに大きな影響を及ぼす現場内のコンクリートの運搬方法、打込み方法、締め固め方法、養生方法については、設計作業段階で想定した方法と、PC構造物中のコンクリートの性能とが同等以上となるように設定されることが重要である。

また、施工段階で発生するひび割れは、断面形状や配筋などの構造詳細、変形に対する拘束条件などの構造特性、温度上昇、収縮、強度、クリープなどの材料特性、コンクリートの打設時期、順序、養生などの施工方法、気温や日射などの環境条件などの多くの要因の影響を受け、PC構造物の耐久性能にも影響を及ぼす。

さらに、コンクリートの性能は直接検査できる範囲が限定されているため、要求する性能水準が得られることを、材料の受入れ時や施工時、あるいは最終的な出来形の検査を実施して、現場に実現したコンクリートおよび構造物の性能を判断できる十分な検査体制と判断水準の設定が求められる。

また、後の維持管理段階における点検方法と判定方法を実施した場合に、設計供用期間中の性能水準を許容範囲内とすることができるか否かを検討し判断することも重要である。検討の結果、設計供用期間中の性能水準を許容範囲内とすることができない場合は、材料、施工方法、施工作业中の検査体制と検査結果の判断水準、あるいは、後の維持管理方法の見直しが必要となる。

このように、施工計画段階における品質管理とは、設計作業段階で設定された性能水準と同等以上の性能を有するコンクリートが、後の製造、施工、維持管理を通じて確実に実現させることができるものであるかを総合的に見極めることであると言える。

なお、この段階で、設計作業段階で想定していた条件と異なる場合や、適切な方法が計画できない場合などでは設計作業段階に戻って再度検討を行い照査を実施することになる。場合によっては、構造、補強材、製造、施

工、検査体系、維持管理の一部あるいは全部を見直すことも必要となる。

6. 施工作业段階における品質管理

施工作业段階では、施工計画段階で設定された施工方法や検査体系に基づいて作業が実施される。したがって、施工作业段階における品質管理は、これまでの設計作業、施工計画作業、製造などで設定された検査体系に基づいて、要求された性能を満足するコンクリートを現地で実際に実現させることになる。

一方、施工作业段階の途中において、作業工程や現地条件の変更、あるいは使用材料の変更が生じる場合も考えられる。このような場合は、再度設計作業段階まで戻って、PC構造物およびPC構造物内のコンクリートに要求された性能が得られることを照査によって確認するとともに、施工計画、施工方法、検査体系、維持管理方法を再度検討することが必要である。また、検査結果によっては、後の維持管理方法を見直すことが必要となる場合も考えられる。

このように、施工作业段階における品質管理は、設計作業段階、施工計画段階で設定された内容に基づいて施工され検査するとともに、出来上がったPC構造物の設計供用期間中の性能水準を見極めて、後の維持管理方法を決定することである。

7. 供用開始する前の品質管理

PC構造物の性能水準を、設計供用期間中、許容範囲内に維持させるためには、適切な維持管理が必要である。維持管理段階では、PC構造物の性能水準を点検によって把握するとともに、後にどのように性能水準が推移するかを把握する必要がある。

供用を開始する前に、PC構造物の初期の状態を把握することは、初期欠陥や損傷の有無、設計供用期間中の劣化予測に用いる初期データの明確化などの観点から重要な行為である。

また、供用期間中の性能水準を把握するために行われる劣化予測では、将来生じる可能性のある劣化機構の推定が不可欠である。このため、使用した材料、設計内容、施工内容、あるいは環境条件に関する情報が重要である。

このように、供用を開始する前に、設計、施工に関する工事記録のほかに、供用開始する前の構造物の変状の有無について記録し、維持管理に反映させることも、重要な品質管理であると考えられる。

8. JHにおける品質管理の取組み

JHでは、従来から、PC構造物の性能水準の向上と、耐久性の向上を目指して、さまざまな品質管理の取組みを実施している。

構造物の性能を直接検査する非破壊検査法の早期実用化に向け鋭意、研究が進められているところであり、反発硬度法を用いた強度検査が導入されており、かぶり検査、密実性検査についても導入される計画である。

また、PCグラウトの確実な充填を確認するために、ノンブリーディング型グラウトの標準採用や、透明シース管の採用、グラウトの不要なプレグラウトPC鋼材の採用、防食被覆されたPC鋼材の採用、あるいは、電磁波に反射しない非鉄シース管を採用して、非破壊検査によって直接シース内のグラウト充填状況を検査することなどが行われている。

9. おわりに

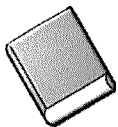
性能設計体系を発展させるためには、要求した性能を照査あるいは検査する技術の進歩が必要不可欠である。このような技術は、設計、施工、維持管理の各作業段階が、設計供用期間中、コンクリートの性能を許容範囲内に維持さ

せる共通の命題のもとに、一貫し、かつ連携して遂行されることが必要である。また、施工する立場、受け取る立場のそれぞれが、この理念をよく理解し、相互に連携して目標に向かっていくことが望まれる。

参考文献

- 1) 土木学会：コンクリート標準示方書 施工編（平成11年版）－耐久性照査型－改訂資料，2000
- 2) 土木学会：2001年制定 コンクリート標準示方書 維持管理編，2001
- 3) 土木学会：2001年制定 コンクリート標準示方書 維持管理編－制定資料－，2001
- 4) 土木学会：コンクリート標準示方書 施工編（平成11年版）－耐久性照査型－，2000

【2001年11月14日受付】



刊行物案内

PC 定着工法 － 2000年版 －

2000年12月発行

頒布価格：4 000円（送料400円）

体 裁：B5判，220頁（無線綴じ製本）

最新の
「定着工法」を
掲載!!

発行・発売：社団法人 プレストレストコンクリート技術協会