

低炭素型セメント結合材を用いたコンクリート構造物の設計・施工ガイドライン（案）の概要

中村 英佑*1・古賀 裕久*2

コンクリート構造物の構築に伴って発生する二酸化炭素排出量を削減するために、高炉スラグ微粉末やフライアッシュなどの混和材を大量に用いた低炭素型のコンクリートが注目されている。国立研究開発法人土木研究所は、低炭素型のコンクリートを適用するコンクリート構造物の設計・施工方法を確立することを目的として8機関との共同研究を行い、「低炭素型セメント結合材を用いたコンクリート構造物の設計・施工ガイドライン（案）」を発刊した。ガイドラインでは、国内で一般に用いられているセメントよりも混和材の置換率を高めて材料製造時の二酸化炭素排出量を削減した結合材を「低炭素型セメント結合材」と定義し、これを適用するコンクリート構造物の設計および施工の原則と配慮することが望ましい事項をとりまとめた。

キーワード：低炭素型セメント結合材、混和材、二酸化炭素排出削減、ガイドライン

1. はじめに

地球温暖化問題の緩和に向けた一つの対策として、コンクリート構造物の構築に伴って発生する二酸化炭素排出量を削減するために、ポルトランドセメントの一部分あるいは大部分を高炉スラグ微粉末やフライアッシュなどの混和材で置き換えた低炭素型のコンクリートが注目されている。混和材の置換率を高めた低炭素型のコンクリートの適用は、材料製造に伴う二酸化炭素排出量の削減や副産物の有効利用に加えて、塩化物イオン浸透やアルカリシリカ反応の抑制などによるコンクリート構造物の耐久性向上や長寿命化にも効果的であるとされている。しかし、混和材の置換率を高めた低炭素型のコンクリートを適用するコンクリート構造物の設計・施工方法は十分には確立されておらず、実用化を進める際の課題となっていた。

これらのことを踏まえて、国立研究開発法人土木研究所、一般社団法人プレストレスト・コンクリート建設業協会、株式会社大林組、大成建設株式会社、前田建設工業株式会社、戸田建設株式会社、西松建設株式会社、鉄鋼スラグ協会、電源開発株式会社は、「低炭素型セメント結合材の利

用技術に関する共同研究（H23～27年度）」を行い、「低炭素型セメント結合材を用いたコンクリート構造物の設計・施工ガイドライン（案）」（共同研究報告書第471号¹⁾、以下、ガイドラインという）を発刊した。本稿では、このガイドラインの概要を主に解説する。

なお、ガイドラインに加えて、対象とする構造物の種別や結合材の構成が異なる5種類の低炭素型のコンクリートに関する「設計・施工マニュアル（案）」（共同研究報告書第472～476号^{2～6)}、以下、マニュアルという）を同時に発刊し、その後、フライアッシュコンクリートの基本的性状をまとめた報告書（共同研究報告書第487号⁷⁾）を発刊した。プレストレストコンクリートを対象としたマニュアルとしては「混和材を用いたプレストレストコンクリート橋の設計・施工マニュアル（案）」（共同研究報告書第472号²⁾）を発刊し、概要や検討結果の詳細を本誌でも紹介しているので参照されたい^{8～11)}。

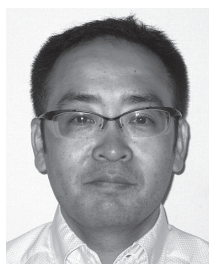
2. 低炭素型セメント結合材の定義

図-1は低炭素型セメント結合材の位置づけを示したものである。一般に、国内では、プレストレストコンクリートでは早強ポルトランドセメント、鉄筋コンクリートと無筋コンクリートでは普通ポルトランドセメントや高炉セメントB種が用いられることが多い。ガイドラインでは、国内で一般に用いられているセメントよりも混和材の置換率を高めて材料製造時の二酸化炭素排出量の削減を可能とし、フレッシュコンクリートおよび硬化コンクリートが所要の品質を有することが確認された結合材を「低炭素型セメント結合材」と定義している。具体的には、プレストレストコンクリートでは早強ポルトランドセメントの一部を高炉スラグ微粉末やフライアッシュで置換した結合材、鉄筋コンクリートと無筋コンクリートではポルトランドセメントの70%以上を高炉スラグ微粉末やフライアッシュなどを含めた混和材で置換した結合材としている。



*1 Eisuke NAKAMURA

国立研究開発法人
土木研究所



*2 Hirohisa KOGA

国立研究開発法人
土木研究所

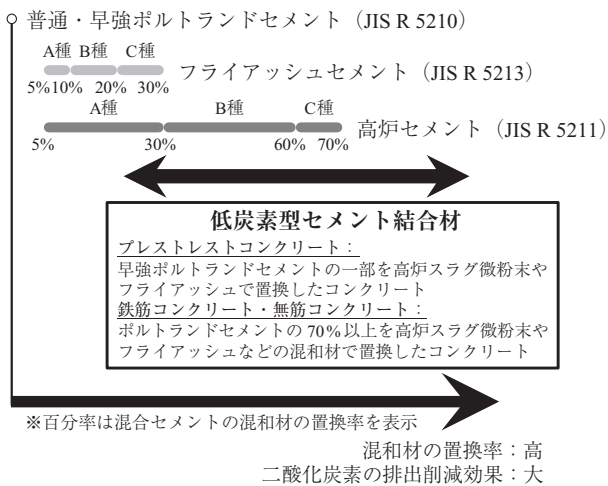


図 - 1 低炭素型セメント結合材の位置づけ

3. ガイドラインとマニュアル類の関係

図 - 2 はガイドラインとマニュアル類の関係、表 - 1 はガイドラインの目次構成を示したものである。ガイドラインでは、低炭素型セメント結合材を用いたコンクリート構造物の設計および施工の原則と配慮することが望ましい事項をとりまとめている。一方、5種類のマニュアルでは、ガイドラインに対応する目次構成によって、構造物の種別や結合材の構成に応じた低炭素型のコンクリートの標準的な設計・施工方法をまとめるとともに、実構造物への適用事例も紹介している。マニュアル類で対象とする構造物の種別、結合材の構成、二酸化炭素排出削減効果などの概要を次に示す。

共同研究報告書第 472 号では、プレストレストコンクリートを対象として、早強ポルトランドセメントの 30% を高炉スラグ微粉末 4 000、50% を高炉スラグ微粉末 6 000 あるいは 20% をフライアッシュ II 種で置換した低炭素型のコンクリートの設計・施工方法を示している。材料製造時に発生する二酸化炭素排出量の削減率は、用いる混和材の種類によって異なり、8~40% である⁸⁾。

共同研究報告書第 473~476 号では、鉄筋コンクリートと無筋コンクリートを対象として、混和材の構成や置換率の異なる 4 種類の低炭素型のコンクリートの設計・施工方法を示している。共同研究報告書第 473 号ではポルトランドセメントの 70~90% を 1~4 種類の混和材（高炉スラグ微粉末 4 000、フライアッシュ II 種、シリカフェーム、膨張材などから 1~4 種類を選定）、共同研究報告書第 474 号ではポルトランドセメントの 75% あるいは 90% を 2~3 種類の混和材（高炉スラグ微粉末 4 000 に加えて、フライアッシュ II 種、シリカフェーム、せっこうから 1~2 種類を選定）、共同研究報告書第 475 号ではポルトランドセメントの 70~90% を高炉スラグ微粉末 4 000 で置換した低炭素型のコンクリートを対象としている。また、共同研究報告書第 476 号では、ポルトランドセメントの使用量をゼロとして高炉スラグ微粉末と刺激材を用いた低炭素型のコンクリートを対象としている。材料製造時に発生する

二酸化炭素排出量の削減率は、混和材の構成や置換率によって異なり、60~85% である。

共同研究報告書 487 号では、フライアッシュコンクリートの基本的性状について、さまざまな実験結果にもとづいて整理した結果を示している。

共同研究報告書 第 471 号 低炭素型セメント結合材を用いたコンクリート構造物の設計・施工ガイドライン(案)	
共同研究報告書 第 472 号 (国研) 土木研究所・(一社) プレストレスト・コンクリート建設業協会	混和材を用いたプレストレストコンクリート橋の設計・施工マニュアル(案) ・早強ポルトランドセメントの一部を高炉スラグ微粉末やフライアッシュで置換したコンクリート
共同研究報告書 第 473 号 (国研) 土木研究所・(株) 大林組	混和材を高含有した低炭素型のコンクリートの設計・施工マニュアル(案) ・ポルトランドセメントの 70~90% を 1~4 種類の混和材で置換したコンクリート
共同研究報告書 第 474 号 (国研) 土木研究所・大成建設(株)・前田建設工業(株)	多成分からなる結合材を用いた低炭素型のコンクリートの設計・施工マニュアル(案) ・ポルトランドセメントの 75% あるいは 90% を 2~3 種類の混和材で置換したコンクリート
共同研究報告書 第 475 号 (国研) 土木研究所・戸田建設(株)・西松建設(株)	高炉スラグ微粉末を高含有した低炭素型のコンクリートの設計・施工マニュアル(案) ・ポルトランドセメントの 70~90% を高炉スラグ微粉末で置換したコンクリート
共同研究報告書 第 476 号 (国研) 土木研究所・大成建設(株)	高炉スラグ微粉末を結合材とした低炭素型のコンクリートの設計・施工マニュアル(案) ・ポルトランドセメントを“ゼロ”として高炉スラグ微粉末と刺激材を用いたコンクリート
共同研究報告書 第 487 号 (国研) 土木研究所・電源開発(株)	フライアッシュコンクリートの基本的性状に関する検討 ・ポルトランドセメントの 10~40% をフライアッシュで置換したコンクリート

図 - 2 ガイドラインとマニュアル類の関係

表 - 1 ガイドラインの目次構成

1 章	総則
2 章	低炭素型セメント結合材を用いたコンクリートの品質
3 章	材料
4 章	配合
5 章	設計
6 章	製造及び施工
7 章	品質管理
8 章	検査
9 章	記録
付録資料	

4. ガイドラインの内容

表 - 1 に示したように、ガイドラインでは、低炭素型セメント結合材を用いたコンクリートに求められる品質を定義するとともに、これを適用するコンクリート構造物の設計および施工の原則と配慮することが望ましい事項を全 9 章で示している。また、ガイドラインの発刊にあたり、実環境での強度発現と耐久性、耐久性を迅速に評価するための促進試験の適用性、湿潤養生期間や施工時の気温が強度発現と耐久性に与える影響、クリープ・収縮特性、温度ひび割れ抵抗性の評価方法、二酸化炭素排出削減効果の試算方法などについて実験や解析を行って検証し、得られた知見をガイドラインの巻末の付録資料に収録している。以下では、ガイドラインの各章の概要を示す。

4.1 総則 (1 章)

1 章では、ガイドラインの適用範囲と低炭素型セメント結合材の定義を示している。前述したように、ガイドラインでは、国内で一般に用いられているセメントよりも混和材の置換率を高めて材料製造時の二酸化炭素排出量の削減を可能とし、フレッシュコンクリートおよび硬化コンクリ

ートが所要の品質を有することが確認された結合材を「低炭素型セメント結合材」と定義し、これを適用するコンクリート構造物の設計および施工の原則と配慮することが望ましい事項を示している。

4.2 低炭素型セメント結合材を用いたコンクリートの品質（2章）

2章では、低炭素型セメント結合材を用いたコンクリートに求められる品質を示している。低炭素型セメント結合材を用いたコンクリートに求められる品質として、品質が安定していること、施工に適したワーカビリティを有すること、所要の強度、耐久性、ひび割れ抵抗性を有すること、構造物の構築に伴って発生する環境負荷の低減に配慮したものであることをあげている。また、混和材の置換率を高めたコンクリートでは、ポルトランドセメントのみを用いたコンクリートと比較してフレッシュコンクリートおよび硬化コンクリートの品質が大幅に異なる場合もあるため、所要の性能を有する構造物を構築するためには品質の特徴を適切に把握しておくことが肝要であるとしている。

4.3 材料（3章）

3章では、低炭素型セメント結合材を用いたコンクリートを構成する材料に求められる品質を示している。混和材については、高炉スラグ微粉末には JIS A 6206 に適合するもの、フライアッシュには JIS A 6201 に適合するものうちⅠ種あるいはⅡ種を用いることを標準としている。これら以外の混和材を用いる場合には、試験によってフレッシュコンクリートおよび硬化コンクリートが所要の品質を有することを確認することとしている。なお、個別の低炭素型のコンクリートで用いる材料の品質については、各マニュアルで具体的に示している。

4.4 配合（4章）

4章では、低炭素型セメント結合材を用いたコンクリートの配合を検討する際に配慮することが望ましい事項を示している。セメントと混和材の種類、混和材の置換率、水結合材比については、フレッシュコンクリートおよび硬化コンクリートの品質に多大な影響を与えるため、構造物の要求性能などを考慮して適切に設定することとしている。たとえば、混和材の置換率を高めたコンクリートでは、初期材齢の強度発現や中性化に対する抵抗性を確保するためにポルトランドセメントのみを用いたコンクリートと比較して水結合材比を小さく設定することが多いが、フレッシュコンクリートの粘性が高くなりワーカビリティが損なわれることが懸念される場合もある。したがって、混和材の置換率や水結合材比を設定する際には、フレッシュコンクリートおよび硬化コンクリートの品質を総合的に勘案する必要がありとしている。

4.5 設計（5章）

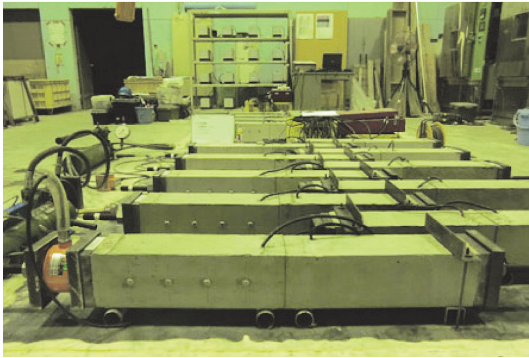
5章では、低炭素型セメント結合材を用いたコンクリート構造物の設計の原則と配慮することが望ましい事項を示している。

低炭素型セメント結合材を用いたコンクリートの強度については、標準養生を行った供試体の材齢 28 日における試験強度にもとづいて定めることを原則としている。ただ

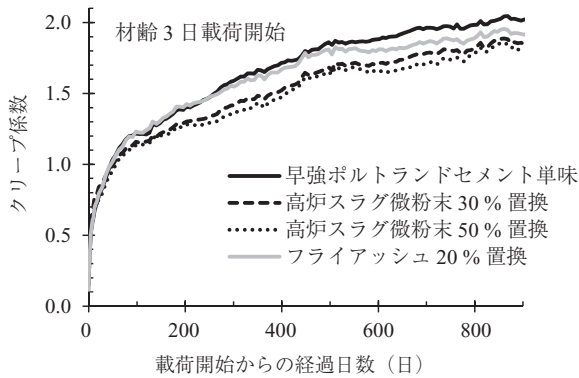
し、早期の強度発現が求められない構造物では 28 日以外の材齢を設定してよいとしている。また、混和材の置換率を高めたコンクリートの強度発現は、ポルトランドセメントのみを用いたコンクリートと比較して初期材齢の温度履歴の影響を受けやすいことに留意した上で、強度発現を確認または推定する際には打込み後のコンクリートの温度履歴の影響を有効材齢や積算温度を用いた方法によって考慮することとしている。

プレストレストコンクリートや持続荷重を受ける構造物など、クリープおよび収縮の影響を無視できない構造物の設計では、試験や実績にもとづき、クリープおよび収縮の特性を適切に考慮することとしている。たとえば、早強ポルトランドセメントの一部を高炉スラグ微粉末あるいはフライアッシュで置換したコンクリートのクリープ係数は、載荷開始時の圧縮強度が同程度の場合、早強ポルトランドセメントのみを用いたコンクリートと同等か若干小さくなることを確認している（図 - 3）⁹⁾。

中性化、塩化物イオン浸透および凍結融解に対する抵抗性については、施工時と供用時に構造物が置かれる環境条件を適切に考慮して、暴露試験や促進試験の結果などにもとづき、十分な信頼性を有する方法によって評価することとしている。国内 3 ヶ所（つくば、新潟、沖縄）で 40 ヶ月間の暴露試験を行い（写真 - 1）、中性化に対する抵抗性については促進中性化試験の結果、塩化物イオン浸透に対する抵抗性については浸せき試験の結果にもとづいて評価してよいこととしている。混和材の使用は塩化物イオン浸透抵抗性の向上に貢献するが、混和材の置換率を高めたコンクリートの場合、中性化と塩化物イオン浸透が同時に作用する環境では、中性化の進行とともに塩化物イオンがコンクリート内部の未中性化領域に濃縮する現象が確認されたため（図 - 4）、この影響を適切に考慮することとしている。ただし、早強ポルトランドセメントの一部を高炉スラグ微粉末あるいはフライアッシュで置換し、水結合材比を 40% としたコンクリートでは、中性化深さが小さいために塩化物イオンの未中性化領域への濃縮の程度も小さくなること、結果として早強ポルトランドセメントのみを用いたコンクリートよりも塩化物イオン浸透が抑制されて見掛けの拡散係数が小さくなることを確認している（図 - 5）¹⁰⁾。凍結融解に対する抵抗性については、主に高炉スラグ微粉末の置換率が 70% よりも高いコンクリートでは、化学混和剤を用いて AE コンクリートとしても十分な抵抗性が得られない場合があるため、凍結融解試験の結果にもとづいて評価することとしている。また、フライアッシュを用いるコンクリートでは、フライアッシュの品質によっては AE 剤が未燃カーボンに吸着されて空気量の確保が困難となる場合があることに留意することとしている。



(A) クリープ試験の実施状況



(B) クリープ係数

図 - 3 クリープ試験の結果の例



写真 - 1 暴露試験の実施状況 (沖縄)

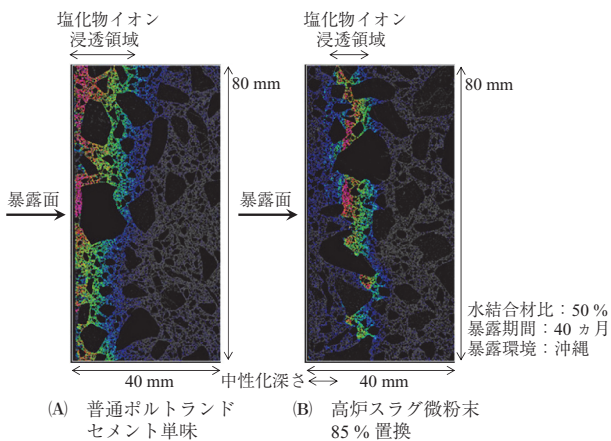


図 - 4 未中性化領域に濃縮した塩化物イオンの例

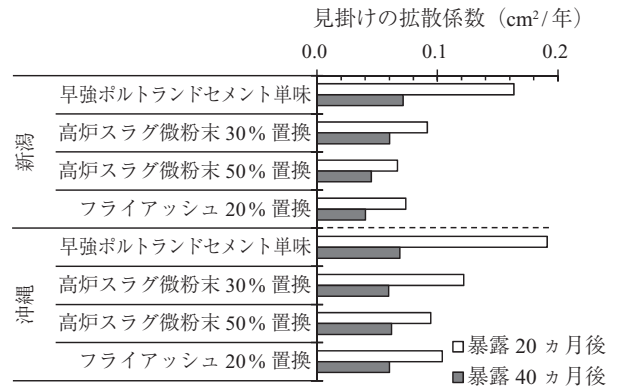


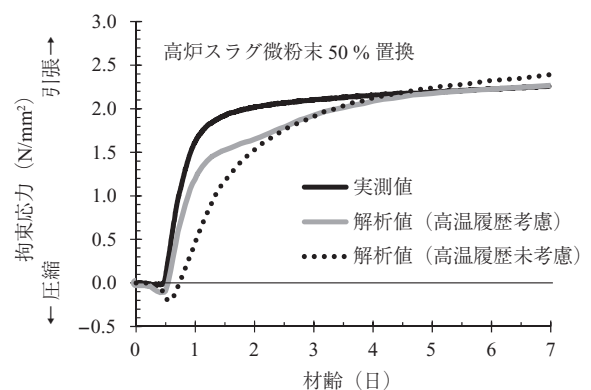
図 - 5 塩化物イオンの見掛けの拡散係数の例

温度ひび割れに対する抵抗性については、コンクリートの物性値を試験によって把握し、十分な信頼性を有する解析手法を用いて評価することとしている。混和材の使用はポルトランドセメントの水和に伴う温度上昇の抑制に効果的であるが、高炉スラグ微粉末を用いた場合にマスコンクリートの高温履歴を受けると自己収縮ひずみが大きくなる可能性がある。このことを踏まえて、鉄筋拘束試験と FEM 解析を行い、強度発現、断熱温度上昇量、自己収縮ひずみなどの物性値を適切に設定することによって、温度変化や自己収縮に起因するコンクリートの拘束応力を FEM 解析によっておおむね推定できることを確認している (図 - 6)¹¹⁾。

二酸化炭素排出削減効果については、評価の対象範囲を明確に設定したうえで、十分な信頼性を有する方法および



(A) 鉄筋拘束試験の実施状況



(B) 拘束応力の実測値と解析値

図 - 6 鉄筋拘束試験と FEM 解析の結果の例

データを用いて定量的に評価することとしている。二酸化炭素排出量を定量化する方法としては、コンクリートに用いる材料の製造時に発生する二酸化炭素排出量を各材料の使用量とインベントリデータから算出する方法、構造物のライフサイクルで発生する二酸化炭素排出量を積上げ計算や産業連関分析によって算出する方法があり、評価の対象範囲や目的に応じて適切な試算方法を選定する必要があるとしている。コンクリート道路橋のライフサイクルを対象とした試算を行い、上部構造および下部構造に高炉スラグ微粉末の置換率の高いコンクリートを適用することによって約20%の二酸化炭素排出削減効果が得られることを確認している(図-7)。

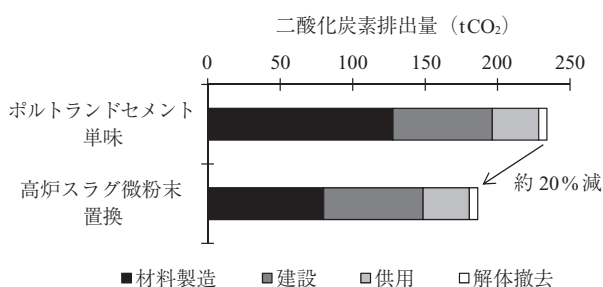


図-7 二酸化炭素排出削減効果の試算結果の例

4.6 製造及び施工 (6章)

6章では、低炭素型セメント結合材を用いたコンクリートの製造および施工の原則と配慮することが望ましい事項を示している。高炉スラグ微粉末の置換率の高いコンクリートや水結合材比の小さいコンクリートではフレッシュコンクリートの粘性が高くなること、フレッシュ性状や凝結時間が施工時の気温の影響を受けやすいことなど、混和材の置換率を高めたコンクリートの品質の特徴を適切に把握したうえで、コンクリートの製造および施工を行うこととしている。また、混和材の置換率を高めたコンクリートの品質は湿潤養生期間や打込み後の温度履歴の影響を受けやすいため、試験にもとづいて適切な湿潤養生期間を設定して、硬化コンクリートが所要の品質を有するよう養生を行うことが不可欠である。湿潤養生期間を試験にもとづいて設定する際には、硬化コンクリートが所要の品質を有することを担保できる湿潤養生期間、あるいは、既存の基準類の標準的な湿潤養生期間と同等の品質を確保できる湿潤養生期間を確認することとしている。

4.7 品質管理 (7章)・検査 (8章)

7章と8章では、低炭素型セメント結合材を用いたコンクリートの品質管理と検査において配慮することが望ましい事項を示している。混和材の置換率を高めたコンクリートの品質管理と検査については、その品質の特徴を適切に把握したうえで、ポルトランドセメントのみを用いたコンクリートと同様の方法で行ってよいこととしている。ただし、混和材の置換率の高いコンクリートでは、ポルトランドセメントのみを用いたコンクリートと比較して、結合材として用いる材料の種類が多くなること、気温が高いとワ

ーカビリティーの経時的な低下の程度が大きくなる場合があることなどを踏まえて、品質管理の試験の頻度を高めるなど、必要に応じて、所要の品質を確保するための取組みを行うことを推奨している。

4.8 記録 (9章)

9章では、低炭素型セメント結合材を用いたコンクリートの記録において配慮することが望ましい事項を示している。設計、製造、施工、品質管理および検査で得られた情報については、構造物を長期的に維持管理していくための基礎データとなるため、適切に記録して保管することとしている。とくに、結合材として用いた材料の品質、混和材の種類と置換率、水結合材比などの配合条件、品質管理の結果などについては、構造物の維持管理で活用できるよう明確なかたちで記録して保管することを推奨している。

5. おわりに

本稿では、「低炭素型セメント結合材を用いたコンクリート構造物の設計・施工ガイドライン(案)」の検討の背景や目的、構成、内容を示した。ガイドラインは、低炭素型セメント結合材を用いたコンクリート構造物の設計および施工の原則と配慮することが望ましい事項をとりまとめたものである。個別の低炭素型のコンクリートの標準的な設計・施工方法についてはガイドラインに付属する5編のマニュアルを参照されたい。とくに混和材を用いたプレストレストコンクリート橋の設計および施工の標準的な方法については、「混和材を用いたプレストレストコンクリート橋の設計・施工マニュアル(案)」(共同研究報告書第472号²⁾)を参照されたい。混和材を用いたプレストレストコンクリート橋の設計および施工においては、クリープおよび収縮に関する設計値を適切に設定すること、想定された供用環境下で十分な耐久性を保持すること、混和材を用いたコンクリートの特性を適切に把握して施工を行うことなどが肝要であり、これらを検討する際の留意事項を示している。ガイドラインとマニュアル類については、国立研究開発法人土木研究所のホームページ¹²⁾で閲覧できる。

なお、国立研究開発法人土木研究所と一般社団法人プレストレスト・コンクリート建設業協会は、平成29年度から共同研究「新設プレストレストコンクリート橋の品質・信頼性向上方法の構築」を新たに開始した。この共同研究では、混和材を積極使用したプレキャスト部材の実用化によって新設プレストレストコンクリート橋の高耐久化を実現するために、耐久設計から製造、品質管理、検査までの合理的な手法と留意点をとりまとめた技術指針案を提案することを目的として検討を行っている。

参考文献

- 1) 国立研究開発法人土木研究所、一般社団法人プレストレスト・コンクリート建設業協会、株式会社大林組、大成建設株式会社、前田建設工業株式会社、戸田建設株式会社、西松建設株式会社、鐵鋼スラグ協会、電源開発株式会社：低炭素型セメント結合材の利用技術に関する共同研究報告書(Ⅰ)-低炭素型セメント結合材を用いたコンクリート構造物の設計・施工ガイドライン(案)-、共同研究報告書第471号、2016.1.

- 2) 国立研究開発法人土木研究所, 一般社団法人プレストレスト・コンクリート建設業協会, 低炭素型セメント結合材の利用技術に関する共同研究報告書(Ⅱ) - 混和材を用いたプレストレストコンクリート橋の設計・施工マニュアル(案) -, 共同研究報告書第472号, 2016.1.
- 3) 国立研究開発法人土木研究所, 株式会社大林組: 低炭素型セメント結合材の利用技術に関する共同研究報告書(Ⅲ) - 混和材を高含有した低炭素型のコンクリートの設計・施工マニュアル(案) -, 共同研究報告書第473号, 2016.1.
- 4) 国立研究開発法人土木研究所, 大成建設株式会社, 前田建設工業株式会社: 低炭素型セメント結合材の利用技術に関する共同研究報告書(Ⅳ) - 多成分からなる結合材を用いた低炭素型のコンクリートの設計・施工マニュアル(案) -, 共同研究報告書第474号, 2016.1.
- 5) 国立研究開発法人土木研究所, 戸田建設株式会社, 西松建設株式会社: 低炭素型セメント結合材の利用技術に関する共同研究報告書(Ⅴ) - 高炉スラグ微粉末を高含有した低炭素型のコンクリートの設計・施工マニュアル(案) -, 共同研究報告書第475号, 2016.1.
- 6) 国立研究開発法人土木研究所, 大成建設株式会社: 低炭素型セメント結合材の利用技術に関する共同研究報告書(Ⅵ) - 高炉スラグ微粉末を結合材とした低炭素型のコンクリートの設計・施工マニュアル(案) -, 共同研究報告書第476号, 2016.1.
- 7) 国立研究開発法人土木研究所, 電源開発株式会社: 低炭素型セメント結合材の利用技術に関する共同研究報告書(Ⅶ) - フライアッシュコンクリートの基本的性状に関する検討 -, 共同研究報告書第487号, 2017.2.
- 8) 鈴木雅博, 國富康志, 天谷公彦, 中村英佑: 混和材を高含有した低炭素型のコンクリートの設計・施工マニュアル(案)の概要, プレストレストコンクリート, Vol.58, No.3, pp.25-30, 2016.5.
- 9) 北野勇一, 鈴木聡, 鈴木雅博, 中村英佑: 混和材を用いたコンクリートのクリープおよび乾燥収縮特性, プレストレストコンクリート, Vol.58, No.5, pp.47-53, 2016.9.
- 10) 依道和, 栗原勇樹, 石井豪, 中村英佑: 混和材を用いたコンクリートの強度と耐久性に関する検討, プレストレストコンクリート, Vol.59, No.3, pp.46-51, 2017.5.
- 11) 河金甲, 小林崇, 長谷川剛, 中村英佑: 混和材を用いたコンクリートの温度ひび割れに関する検討, プレストレストコンクリート, Vol.59, No.1, pp.48-55, 2017.1.
- 12) 国立研究開発法人土木研究所ホームページ:
<https://www.pwri.go.jp/team/imarrc/activity/tech-info.html>

【2017年8月30日受付】



刊行物案内

第 26 回 プレストレストコンクリートの 発展に関するシンポジウム 論 文 集

(平成29年10月)

本書は、平成29年10月に神戸市（神戸ファッションマート）で開催された標記シンポジウムの講演論文集です。

CD版論文集：定価 12,000 円，会員特価 8,000 円／送料 300 円
 体 裁：プラスチック CD ケース入り
 書籍版論文集：定価 12,000 円，会員特価 10,000 円／送料 500 円
 体 裁：B5 判，箱入り