

コンクリート構造物の品質確保・向上の手引き（案）

【材料編】

中国地方整備局 中国技術事務所

平成 27 年 3 月

はじめに(案)

国民生活やあらゆる社会経済活動は、インフラによって支えられています。これらのインフラのうち、高度成長期以降に集中的に整備されたインフラが今後一斉に高齢化することが懸念されています。近年では、緊急的に整備された箇所や、立地環境の厳しい場所などにおいて、一部の施設で老朽化による変状が散見しはじめており、今後も老朽化が進んでいく状況にあります。

中国地方においてもこの傾向が見られており、コンクリート構造物の損傷として「ひび割れ」、「かぶりコンクリートの剥離・鉄筋露出」等が多く見られています。

インフラの大半を占めるコンクリート構造物は、設計、材料、施工、維持管理(巡回・巡視)の建設プロセスにより構築されています。損傷の要因は、特定の建設プロセスに限定したものではなく、設計、材料、施工、維持管理(巡回・巡視)までの一連の建設プロセスの中で複合的に関与しているものと考えられます。このため、今後、コンクリート構造物を新設する場合は、これらの損傷要因から抽出した課題を解決し、コンクリート構造物の品質を確保・向上させることで、所定の耐久性を得ることが必要です。

これらの課題を解決するためには、コンクリート構造物の設計、材料、施工、維持管理(巡回・巡視)に関わる基本的かつ重要な事項について、各建設プロセスにおける技術者が十分理解し、相互に連携して、コンクリート構造物を構築することが重要です。

そこで、設計、材料、施工、維持管理(巡回・巡視)の各建設プロセスの専門家で構成するアドバイザーから意見を伺い、設計、材料、施工、維持管理(巡回・巡視)までの個別かつ一連の建設プロセスを包括した統合的な技術的留意点(ポイント)を作成しました。なお、この技術的留意点(ポイント)は中国地整管内の初期欠陥事例及びアンケート結果で得られた鉄筋腐食防止の観点から、主に3つの項目(ひび割れ抑制対策、かぶり厚確保、充填不良対策)でまとめたものです。さらに、三者会議の実施内容の明示やチェックリストの作成により、各技術者の責任の分担の明確化を図りました。これを設計、材料、施工、維持管理(巡回・巡視)の各建設プロセスに関わる技術者の方々が、十分理解され、ご活用頂くことにより、新設コンクリート構造物の品質確保・向上ひいては長寿命化につながることを期待するものです。

なお、手引き(案)の内容は、「①共通仕様書等の内容を分かりやすく示したもの」と「②共通仕様書の内容を一部超えたもの」で構成され、これらの割合は各編で異なります。特に、温度ひび割れ抑制対策は、「②共通仕様書等の内容を一部超えたもの」に関連する内容を示しています。

本編は、「①共通仕様書等の内容を分かりやすく示したもの」と「②共通仕様書等の内容を一部超えたもの(ひび割れ抑制対策、充填不良対策)」です。

コンクリート構造物の品質確保・向上の手引き（案）
【材料編】

＜目次＞

1. 基本原則（材料段階）	1
2. 一般	3
3. ひび割れ抑制対策	5
3.1. 温度ひび割れ抑制	5
3.2. 収縮ひび割れ抑制	7
4. 充填不良対策	9
4.1. 材料分離抑制	9
チェックリスト【材料編】	11
【参考文献】	12

対象構造物と用語の定義

対象構造物：

新設の橋梁やその他の鉄筋・無筋コンクリート構造物
(PC や舗装、ダムなどの特殊なコンクリート構造物を除く)

品質：

設計、材料、施工、維持管理(巡回・巡視)の各建設プロセスまたは全体における、コンクリート及び構造物の特性。その特性や集まりが要求性能を満たす程度。

ISO9001:本来備わっている特性の集まりが、要求事項を満たす程度¹⁾

耐久性：

構造物中の材料の劣化により生じる性能の経時的な低下に対して構造物が有する抵抗性。²⁾

不具合：

竣工までにコンクリート構造物のある部位、または箇所が所定の性能や機能を満たしていないこと、あるいはその状態。³⁾

初期欠陥：

不具合発生後の対応が適切でなかったために、構造物の要求性能や機能が満足しないまま竣工後に残存している状態。³⁾

1. 基本原則(材料段階) ポイント

- 設計者、施工者のニーズを十分に理解
- 構造物に求められている品質向上・耐久性向上方法を検討
- 設計者、施工者に対して品質向上・耐久性向上方法を提案
- 品質向上・耐久性向上に関わる協議結果を確実に記録

解説

1. 材料の位置づけ・役割

①コンクリート構造物の品質向上・耐久性向上を図るためには、設計意図に基づいて適切な施工が行われ、品質の良い材料が安定供給されることが重要である。また、ひび割れ抑制、かぶり厚確保、充填不良等の対策を講じるためには、フレッシュコンクリートの流動性や材料分離抵抗性等、コンクリートが施工しやすく、初期欠陥が生じにくい材料であることが望ましい。したがって、材料段階においては、設計及び施工が意図しているコンクリートの性能を十分理解したうえで、品質向上・耐久性向上を図るための効果的な材料を提供することは極めて重要である。

2. 連携すべき事項

- ①材料の特徴及び特性値
(セメント、骨材、混和剤/材、生コン等)
- ②品質向上・耐久性向上の具体的な事項
(ひび割れ対策、かぶり厚確保、充填不良対策としての材料・配合)
- ③協議記録、材料の品質検査記録
(施工者との協議結果、メーカーの品質検査記録等)

3. 連携方法

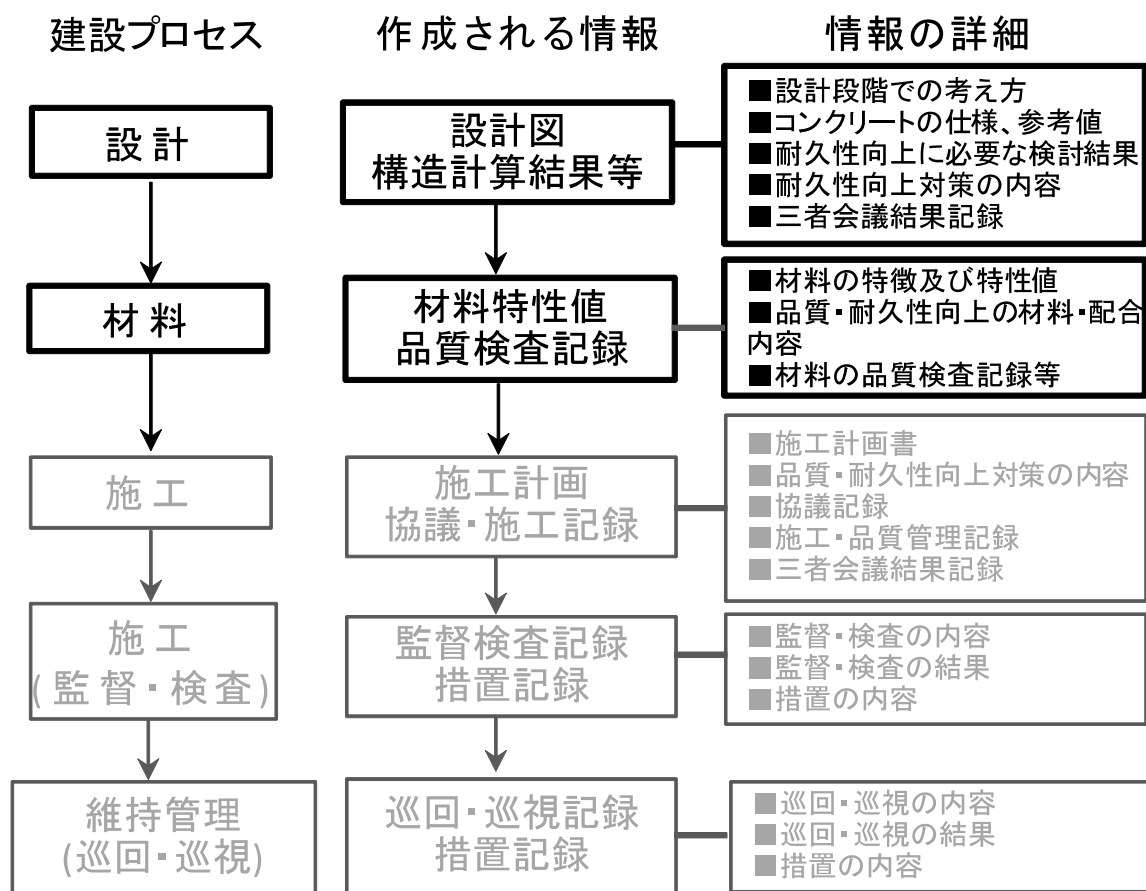
- ①材料提供者（材料メーカー等）は設計者、施工者のニーズを把握し、品質向上・耐久性向上のための有効な材料を提供する。また、その有効性と効果を十分説明することが重要である。
 - ・設計者、施工者のニーズを十分理解する
 - ・必要に応じて現場等に行き、品質向上・耐久性向上方法を検討する
 - ・設計者、施工者に対して、品質向上・耐久性向上方法を提案する
 - ・品質向上・耐久性向上に関わる協議結果（対策の理由、方法）を確実に記録する

参考

【参考】1 建設プロセスの流れ（材料）



【参考】2 連携すべき事項（材料）



※本手引き（案）において「維持管理(巡回・巡視)」は供用開始後、定期巡回（道路）や目的別巡視（河川）で初期欠陥を発見し、措置を行うことを指す。

2. 一般 ポイント

■コンクリートを構成する材料は、JIS に適合したものを標準として使用

解説

1. 材料の標準

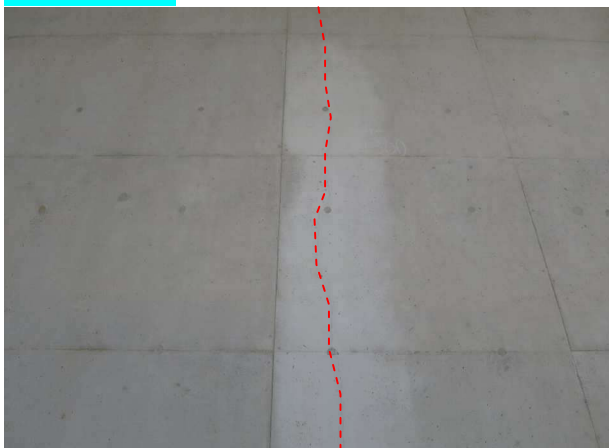
- ①セメントは JIS R 5210、JIS R 5211、JIS R 5212、JIS R 5213 および JIS R 5214 のうち普通エコセメントに適合したものを標準とする。
- ②骨材は、JIS A 5308 附属書 A に適合したものを標準とする。
- ③混和材として用いるフライアッシュは、JIS A 6201 に適合したものを標準とする。
- ④混和材として用いる膨張材は、JIS A 6202 に適合したものを標準とする。
- ⑤混和材として用いる高炉スラグ微粉末は、JIS A 6206 に適合したものを標準とする。
- ⑥混和材として用いるシリカフュームは、JIS A 6207 に適合したものを標準とする。
- ⑦混和剤として用いる AE 剤、減水剤、AE 減水剤、高性能 AE 減水剤、高性能減水剤、流動化剤および硬化促進剤は、JIS A6204 に適合したものを標準とする。
なお、高性能 AE 減水剤と従来の AE 減水剤の中間的な機能を有するものがある。
- ⑧特殊な材料の選定にあたっては、既往の実績工事を調査し、事前に十分な試験を行ったうえで品質を確認するのがよい。
なお、信頼できるデータにより品質を確認できた場合は、試験をする必要はない。信頼できるか否かの判断は、第三者である専門家によることとする。
- ⑨生コン（フレッシュコンクリート）は、JIS A 5308 に適合したものを標準とする。

2. 技術的留意点(材料編)の構成

- ①本編は、新設コンクリート構造物の品質確保・向上及び長寿命化を図るために、材料段階において留意すべき事項について「ひび割れ抑制対策」、「かぶり厚確保」、「充填不良対策」の3項目のうち、「①ひび割れ抑制対策」、「②充填不良対策」についてまとめたものである。
なお、「かぶり厚確保」の対策については、材料供給側での対応は担当外事項となるため、ここでは記述しない。施工上の留意点については、【施工編】「7.鉄筋工」を参照されたい。

参考

【参考】1 温度ひび割れの事例



【参考】2 充填不良によるジャンカの事例



※充填不良によるジャンカは施工上の不備だけでなく、材料の不備によっても発生する可能性がある。

3. ひび割れ抑制対策

3.1. 温度ひび割れ抑制ポイント

- 温度ひび割れ抑制には、低発熱型セメントの使用、単位セメント量の低減、単位水量の低減が効果的
- 水和発熱抑制のため、低発熱型セメント、混合セメントの使用が有効
- 単位水量の低減および水和熱による温度上昇の低減のため、混和材の使用が有効
- 単位水量の低減のため、混和剤の使用が有効

解説

1. 温度ひび割れ抑制のために

①温度ひび割れを抑制するためには、低発熱型セメントの使用、単位セメント量の低減、単位水量の低減が効果的である。

2. 低発熱型セメントの使用

①温度ひび割れを抑制するためには水和熱を抑えることが重要であり、低発熱型セメントである中庸熱ポルトランドセメントや低熱ポルトランドセメントの使用や、高炉セメントやフライアッシュセメントを使用すると効果がある。ただし、高炉セメント B 種は、近年ではコンクリートの断熱温度上昇量が普通ポルトランドセメントより高くなる場合もあり、部材寸法や拘束条件、環境条件等によっては温度ひび割れが発生する事例が報告されている。

3. 混和材の使用

- ①温度ひび割れを抑制するためには、単位水量低減や水和熱による温度上昇の低減効果を有するフライアッシュや高炉スラグ微粉末（粉末度や置換率を考慮）を使用すると効果がある。
- ②品質の優れたフライアッシュを適切に用いると、粒子が球状のため、コンクリートのワーカビリティを改善し単位水量を減らすことができること、水和熱による温度上昇の低減効果が期待できる。
- ③高炉スラグ微粉末は、製鉄所の溶鋳炉から排出されるスラグを水で急冷し、粒状化したものを微粉碎したものである。急冷するため結晶化せずガラス質となり、水和反応を起こしやすい（潜在水硬性）。効果は、ワーカビリティの改善、水和熱による温度上昇の低減など、効果をもたらす。
- ④膨張材は、セメント硬化時にコンクリート自体に膨張圧を与える（ケミカルプレストレス）ことによってひび割れを制御する効果がある。

4. 混和剤の使用

- ①温度ひび割れを抑制するためには、単位水量低減効果のある混和剤を使用すると効果がある。
- ②高性能減水剤、AE 減水剤、高性能 AE 減水剤は、単位水量の低減に加え、単位セメント量の低減効果も有しているため、これらの混和剤の使用は、温度ひび割れ抑制に有効である。

参考

【参考】1 セメントの種類と特徴、用途⁴⁾

◎:特に適している ○:適している △:使用してもよい

種類	特徴	用途						
		一般の構造物	コ高コン強度リート	コ高コン流動リート	コマスコンクリート	ダム	海洋構造物	二次製品
普通ポルトランドセメント	・汎用性高い	◎		△	△	△	△	○
早強ポルトランドセメント	・早期に強度発現	○						◎
中庸熱ポルトランドセメント	・水和熱が低い ・初期強度は小、長期強度は大		○	○	○	○	○	
低熱ポルトランドセメント	・中庸熱ポルトランドセメントよりも水和熱が低い ・初期強度は小、長期強度は大 ・長期的に強度が増進		◎	◎	◎	◎	○	
高炉セメントB種※	・初期強度は小、長期強度は大 ・化学抵抗性、耐海水性に優れる ・アルカリ骨材反応防止にも効果あり	◎		△	△	△	◎	○
フライアッシュセメントB種	・水密性、化学抵抗性に優れる ・アルカリ骨材反応防止にも効果あり ・乾燥収縮は小	○		△	△	△	◎	

注)コンクリート標準示方書ではアルカリシリカ反応と記されているが、ここでは「アルカリ骨材反応」と表記した。

※高炉セメント B 種は、近年では初期強度を高めるためにスラグ混合率および粉末度等が調整されたことにより、コンクリートの断熱温度上昇量が普通ポルトランドセメントよりも高くなる場合があり、部材寸法や拘束条件、環境条件等によっては温度応力によるひび割れが発生する事例が報告されている。高炉セメント B 種の諸特性を活かすためには、打込み初期に湿潤養生を十分に行う必要がある。

【参考】2 混和材の作用機構と性能（効果と留意点）⁵⁾

混和材の種類	製造方法	作用機構	効果	留意点
高炉スラグ微粉末	製鉄所で製鉄する際に排出する溶解スラグを水を噴射するなどして急速に冷やして微粉碎したもの	潜在水硬性	ワーカビリティ改善、水密性向上、長期強度増進、化学抵抗性(海水や硫酸塩に対する抵抗性)向上、アルカリ骨材反応※抑制、水和熱低減(粉末度が小さくて置換率が高い場合)	湿潤養生が不可欠
フライアッシュ	微粉炭燃焼ボイラーの排ガス中に含まれる微粒子	ポゾラン反応	ワーカビリティ改善、水密性向上、長期強度増進、水和熱低減、アルカリ骨材反応※抑制	湿潤養生が不可欠、空気連行性の低下

※コンクリート標準示方書ではアルカリシリカ反応と記されているが、ここでは「アルカリ骨材反応」と表記した。

【参考】3 各種混和剤の使用目的およびその効果⁴⁾

種類	タイプ	使用目的	効果
AE剤	—	コンクリート中に多数の微細な独立気泡を連行し、ワーカビリティおよび耐凍害性を向上させる	ワーカビリティの改善、単位水量の低減、耐凍害性の改善
減水剤	標準形、遅延形、促進形	所要のスランプを得るための単位水量を低減させる	ワーカビリティの改善、単位水量の低減
高性能減水剤	—	単位水量を大幅に低減させる、または同一の単位水量の下でスランプを大幅に増加させる	単位水量の低減、単位セメント量の低減
AE減水剤	標準形、遅延形、促進形	AE剤と減水剤の性能を併せ持ち、ワーカビリティおよび耐凍害性を向上させる	ワーカビリティの改善、単位水量の低減、単位セメント量の低減、耐凍害性の改善
高性能AE減水剤	標準形、遅延形	AE減水剤よりも高い減水性能を発揮して単位水量を低減させるとともに、スランプを保持する	ワーカビリティの改善、単位水量の低減、単位セメント量の低減、スランプロスの低減、耐凍害性の改善

3. ひび割れ抑制対策

3.2. 収縮ひび割れ抑制ポイント

- 自己収縮ひび割れ抑制には、単位セメント量の低減および総水和熱量の小さいセメントの使用が効果的
- 乾燥収縮ひび割れ抑制には、単位水量低減、混和剤・混和材の使用が効果的
- 収縮低減剤は、乾燥収縮量を低減
- 膨張材は、コンクリートの乾燥収縮に起因するひび割れ発生を低減
- 骨材は、過大な収縮量とならないものを使用

解説

1. 自己収縮の少ないセメントの使用

- ① 自己収縮を抑制するためには、単位セメント量の低減および総水和熱量の小さいセメントを使用することが重要である。
- ② セメントの組成化合物としては、 C_3A の含有量が少なく、 C_2S が多いものほど収縮量は小さくなるといわれており、低熱ポルトランドセメントや中庸熱ポルトランドセメントが該当する。

2. 乾燥収縮ひび割れ抑制のために

- ① 乾燥収縮ひび割れを抑制するためには、単位水量をできるだけ少なくすること、混和剤・混和材の適切な使用、乾燥収縮率が小さいセメントの使用、弾性係数が大きな骨材の使用により、収縮量を小さくすることが効果的である。

3. 収縮低減剤の使用

- ① 乾燥収縮ひび割れを抑制するためには、収縮低減剤を適切に使用し、収縮量を小さくすると効果的である。

4. 膨張材の使用

- ① 膨張材は、コンクリートの乾燥収縮を補償しひび割れ低減に効果がある。

5. 砕石使用上の留意点

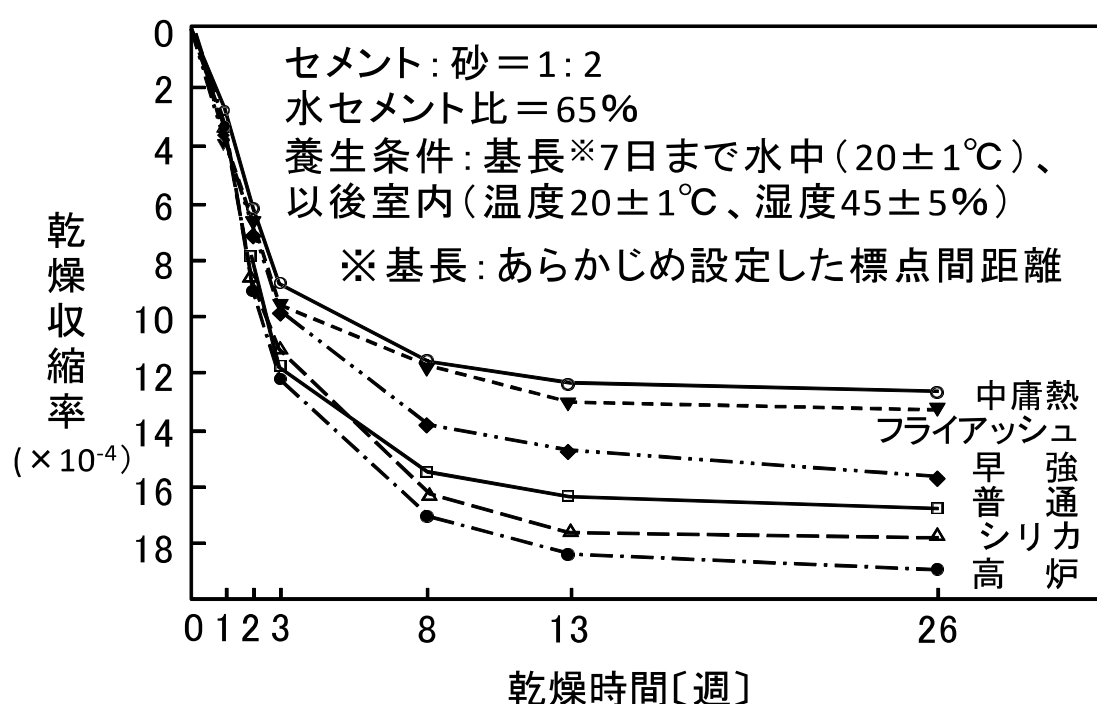
- ① 収縮を抑制するためには、砕石は JIS A 5005 に適合したものを標準とし、骨材自体の吸水率が小さいものを使用することが重要である。

参考

【参考】1 膨張材の作用機構と性能（効果と留意点）⁵⁾

混和材の種類	製造方法	作用機構	効果	留意点
膨張材	石灰を主成分とするものまたはカルシウム・サルホ・アルミネート（CSA、消石灰と石こうおよびアルミナを調合、焼成したもの）	水酸化カルシウム（石灰系）またはエトリンガイト（CSA）の生成（膨張反応）	ひび割れ低減 ケミカルプレストレス	湿潤養生が不可欠、風化防止

【参考】2 セメント種類による乾燥収縮の違い⁶⁾



【参考】3 コンクリートの乾燥収縮に及ぼす骨材種類の影響⁷⁾

骨 材	密 度 (g/cm ³)	吸 水 率 (%)	材齢1年後の 収縮率(%)
◎ 硬 砂 岩※	2.40～2.78	0.1～1.6	—
◎ 粘 板 岩	2.75	1.3	0.068
◎ 花 崗 岩	2.67	0.8	0.047
石 灰 岩	2.74	0.2	0.041
石 英	2.66	0.3	0.032

※硬砂岩については、一般的な値を示した。

◎：中国地方で使用されている主な岩種（中国地整管内 208 の生コン工場の岩石名のアンケート調査、微粒分活用研究会検討結果による）