

(3) サプライチェーンマネジメント等の検討

3) コンクリートの品質管理・検査の省力化に向けたあり方検討

コンクリートの品質管理・検査の省力化に向けた課題

建設業を取り巻く課題として、将来の担い手確保、インフラの老朽化があげられる一方で蓄積された経験やノウハウに基づく技術開発やデジタル化の進展、ICT施工の導入といった現状もある。これらを背景にコンクリートの品質管理の省力化に向けたあり方を検討する。

コンクリート受入時の品質管理・検査は、以下の2つの目的を持って行われている。

①給付の完了の確認を行うための「給付の検査」

②適正かつ能率的な施工を確保するとともに工事に関する技術水準の向上に資するために必要な技術的な「技術検査」
(品質管理)

②の「技術検査」については、最終的に完成した構造物が要求される性能を満足していればよいと考えられるが、技術的にはこれを証明することは困難なため、以下の内容について確認している。

1) 施工が所定の方法で進められていること (施工自体を確認できていることが重要)

例) スランプ、温度、受入伝票でわかる項目、非破壊・微破壊試験による圧縮強度の推定(限られた現場)

2) 材料が所要の品質を有していること (必ずしも受入れ検査時点の検査でなくともよいと考えられる)

例) (スランプ)、空気量、圧縮強度、塩化物イオン、受入伝票でわかる項目、非破壊・微破壊試験による圧縮強度の推定(限られた現場)、フレッシュコンクリートの単位水量(限られた現場)

将来の担い手の不足を考えると、適正な品質を確保した上での生産性向上が求められ、検査項目の一部の省人化では効果が限定的であり、将来的に全ての検査項目を省人化させていくことの検討を実施。

また、全量計測(画像解析)手法の受入れ試験を代替することの妥当性の検討として、試験項目(スランプ・空気量など)の本来の目的や求められる性能などについて改めて整理。

これらの検討をコンクリート生産性向上WGで進めていきたい。

コンクリートの品質管理・検査の省力化に向けた課題

資料作成の趣旨

コンクリート構造物の性能を確保するためには、適切な品質管理・検査を行う必要がある。現状の品質管理・検査は、過去の経験に基づいて、必要な規定が設けられたものである。

一方で、将来の技術者・技能者の不足を考えると、現場での人の関与を減らすことが必要。そうなった場合でも実施可能かつ、品質管理・検査の目的を満足する方法について議論するため作成。

検査項目の一部を省人化しても効果が限定的であり、将来の、全ての検査項目が省人化されうる状況を想像して可能性を検討。

検査の目的

検査には、

- ①給付の完了の確認を行うための「給付の検査」
- ②適正かつ能率的な施工を確保するとともに工事に関する技術水準の向上に資するために必要な技術的な「技術検査」

の2つの検査がある。

→ここでは技術検査の観点について検討。

<参考：公共事業の品質確保のための監督・検査・成績評価の手引き>

検査の観点

最終的に完成した構造物が要求される性能を満足していればよいと考えられるが、技術的にはこれを証明することは困難。

そこで、

- ①施工が所定の方法で進められていること
 - ②材料が所要の品質を有していること
- などを確認することが行われる。

<参考：道示III17.4の解説>

コンクリート受入時の検査項目と観点

検査項目	検査の観点 ①施工が所定の方法 ②材料が所要の品質
スランプ	①（②の意味合いもあり？）
空気量	②
（供試体を作製して28日間養生した後の）圧縮強度	②
塩化物イオン量	②
温度	①
受入伝票でわかる項目（水セメント比，ASR抑制，運搬時間など）	①と②が混在
非破壊・微破壊試験による，（構造物中のコンクリートの）圧縮強度の推定	①と② ※限られた現場で実施
フレッシュコンクリートの単位水量	② ※限られた現場で実施

①の観点では，施工自体を確認できていることが重要

②の観点では，必ずしも受入れ時点の検査でなくともよいと考えられる

検査の観点①と省人化

①施工が所定の方法で進められていること

- 材料が所定のものでないとトラブルの原因となるので、本来は、施工者は、所定の方法で施工を進めたいはず。
- ただし、過去には、不正（加水）も問題になったことから、省力化する方法は、データを加工されにくい方法にする必要はある。
 - スランプの選定に自由度をもたせることは、不正をする動機をなくすことに貢献
- ただし、悪意をもって規定を守らない場合にこれを検知することは現状でも容易ではない。

コンクリート受入時の検査項目と省人化の可能性①

検査項目 検査の観点 ①施工が所定の方法	現場作業の省力化の可能性
スランプ	動画等による方法が開発されつつある
温度	開発できる可能性は十分
受入伝票でわかる項目（運搬時間など）	すでに可能（生コン電子化）

検査項目②と省人化

②材料が所要の品質

- 必ずしも受入れ時点の検査でなくともよい。ただし、どの時点で検査するかによって、出来上がった構造物中でのコンクリートの品質の信頼度は変わりうる。
- 所要の品質が確保されていなかった場合の影響の大きさを考慮して方法を変える（構造物の重要度に応じて方法を変える）ことも想定される。
- 圧縮強度および実際の水セメント比をフレッシュ時に確認することは困難であり、スランプ、空気量などの試験値が適切であることをもって、間接的に確認されていたという考え方もある。
- 所要の品質が確保されていないことが完成後にわかった場合、影響が大きすぎるため、なるべく受入時にリスクを低減したい。

コンクリート受入時の検査項目と省人化の可能性②

検査項目 検査の観点 ②材料が所要の品質	現場作業の省力化の可能性
空気量	検討が始まった段階
塩化物イオン量	すでに可能（レミコン工場で測定してよい）
受入伝票でわかる項目（水セメント比，ASR抑制など）	すでに可能（生コン電子化）
（供試体を作製して28日間養生した後の）圧縮強度	レミコン工場で測定しても大きくは変わらないと想定
非破壊・微破壊試験による，（構造物中のコンクリートの）圧縮強度の推定	自動化は当面困難と想定，なお，専門の技術者を要する方法もあり確保に課題
フレッシュコンクリートの単位水量	あるが高価 （アジテータトラックの質量から空気量を推定する方法と関連？）

想定される検査の省人化

現状でも構造物（の重要度）によって、検査項目・方法は異なっている。

大きく分類すると

簡易：極めて小規模で簡易な工事

普通：一般の工事

詳細：ある程度の規模のある構造物の工事（各種非破壊試験を併用）

に分けられるので、それぞれをイメージして検討

なお、簡易なものは現状でも現場作業が省略されているので、それ以上の検討はしない。

検査の省人化（普通レベルのイメージ）

現状	省人化イメージ（測定等を行う場所と、方法のイメージ）	
スランプ	現地（立会しない）	各種技術でコンクリートの品質の安定を記録し，その記録をもって検査
空気量	現地（立会しない）	各種技術で空気量を測定している記録をもって検査
（供試体を作製して28日間養生した後の）圧縮強度 ※自動化できない想定	工場（立会しない）	JISレミコンとしての認証品であることを検査
	工場（遠隔立会）	レミコン工場で，その現場に出荷したコンクリートの供試体を作製し，試験を行って検査
塩化物イオン量 ※低濃度であるため分解能が高い装置の調達が必要と思われるが、投資に見合う自動化の効果があるかは疑問	工場（立会しない）	JISレミコンとしての認証品であることを検査
	工場（遠隔立会）	レミコン工場で，その現場に出荷したコンクリートを測定して検査
温度	現地（立会しない）	各種技術で温度を測定している記録をもって検査
受入伝票	※記録があることを検査（従来通り）	

議論点

立会しないことによって、品質が損なわれることはないか。

- 発注者の目がないと、緊張感が薄れるおそれはある。これについては別途手段を講じることにも想定される（検査を伴わない視察等）。
- 一方で、従来技術には、全てのコンクリートを検査することは不可能であり、検査対象外のロットについては、見過ごしがあつた可能性も否定できない。省力化技術は、計測自動化により、品質の変動に早期に気づくことが可能である。

圧縮強度、塩化物イオン量については、構造物に用いた試料から採取すべきか。

- これらの測定方法は、現状で自動化が見通せない。このため、多数の測定はできず、代表的なデータとならざるを得ない。
- コンクリートの構成材料に変化がない限りは、塩化物イオン量については、A現場とB現場で違いがないと想定される。また、現状で、この規定は十分な安全をもって満足されている。（配合のブレなどの影響はほぼない）
 - 低濃度であるため分解能が高い装置の調達が必要と思われるが、投資に見合う自動化の効果があるかは疑問
- 圧縮強度については、配合ミスリスクはある。ただし、抜取試験であることから、その点は現状も同じである。それでも、当該構造物に出荷したコンクリートから採取する必要はあるか。

議論点

スランプの測定を，スランプ以外の方法による場合①

- スランプの測定を，フレッシュコンクリートの別の特性（流動する際の流れ方）などから測定する場合，これらは厳密には一対一で対応しない。
- 多数測定すると，確率的には，従来のスランプ $\pm 2.5\text{cm}$ にあてはまらないものが発生することは予想される。
- 何らかの許容範囲を決めて管理することでよいか（その決め方は今後検討）。

スランプの測定を，スランプ以外の方法による場合②

- スランプの測定には，品質の懸念があるコンクリートを打込み前に排除する意図がある。これを踏まえると，打ち込んだ後にスランプがわかる方法ではなく，打込み前に品質の変動が疑われるコンクリートを排除する用い方が適切ではないか。
- その場合，PRISMで検討されていた手法は，そのままでは適用できない。

スランプの全数測定に関する技術例

現地でアジテータ車を対象として測定できる技術の例

技術	概要
A	アジテータ車のドラムに設置したプローブの圧力とスランプとの近似曲線式からスランプを推定
B	シュートを流れるコンクリートの動画を撮影し、コンクリートの勾配の経時的な変化からコンシステンシーを示す指標を抽出し、性状を判定。コンクリートを受け入れるか否かを判断。
C	シュートを流れるコンクリートの動画を撮影し、流下するコンクリートの流速とシュート角度に基づいた計算式からスランプを推定。

測定技術の開発にあたり検討された項目の例

検討項目	検討範囲、手法の例
呼び強度(W/C)	呼び強度24～42
スランプ範囲	8～21cm
時期	標準期、夏季、冬季
アジテータ車排出方法	シュート角度16～23°、排出量大～小
データ処理方法	移動平均値、積分値など

- どのような検討をして、測定精度を確認しているか？
- 測定原理によらない共通の検討項目や評価方法を提示できれば、スランプ以外の方法の適用も推進されるのではないか？

検査の省人化（詳細レベルのイメージ）

- 単位水量の推定的なものを追加するイメージか？
- 構造体強度の測定は、省力化が困難？

議論点（詳細レベルのイメージ）

- 構造物中のコンクリートの圧縮強度の推定は、現状の研究状況では、自動化は見通せない
 - 他の方法で代替することは現実的か
 - 施工の状況を含めたコン品質をとることは可能か？
 - 例えば、締固め位置や打重ね位置の電子管理法等の技術の位置づけをどうするか？
- 現状のスランプ推定技術を、単位水量測定的なものとして扱える可能性？
 - キャリブレーションをとって中性子線等で単位水量を推定する方法は日常管理としては高価？
 - レミコン車の質量を測定する方法は、エアメータ法による単位水量推定に近い