

中国技術事務所が行うレディーミクストコンクリートの品質管理の取り組みについて

岩崎 大輔¹

¹中国地方整備局 中国技術事務所 品質調査課 (〒736-0082広島市安芸区船越南2-8-1)

コンクリート構造物の長寿命化が望まれる一方、コンクリートの初期欠陥などの不具合や早期劣化の事象も多く発生している。その要因は様々であり、材料のみに起因するものだけでなく、環境、設計、施工、管理についての要因も存在する。

このような中、土木構造物の耐久性および品質向上を目的として平成13年度より中国地方整備局管内で実施している「レディーミクストコンクリートの品質管理」を通じて、中国技術事務所が行う品質確認試験での新たな取り組みについて紹介するものである。

キーワード レディーミクストコンクリート、フレッシュ性状試験、圧縮強度試験、品質管理

1. はじめに

中国地方整備局のレディーミクストコンクリートの品質管理に関する取り組みは、中国地方整備局が発注する重要構造物構築工事を対象とし、共通仕様書等の規定の請負者責務に加え、監督職員と中国技術事務所が生コン受入時において、レディーミクストコンクリートの品質確認試験(表-1)を行うものである。

表-1 品質確認試験の種類と実施頻度

	請負者	監督職員	中国技術事務所
フレッシュ性状試験等	スランプ試験 JIS A 1101 (荷卸し時1回/20~150m ³ 品質変化時等)	提出・監理	1回/工事以上
	空気量試験 JIS A 1128 (荷卸し時1回/20~150m ³ 品質変化時等)		1回/工事以上
	塩化物含有量 (午前・午後各1回/午後省略)		1回/工事以上
	単位水量測定 (100m ³ /日打設の場合・午前・午後) (又は1回/20~150m ³ 品質変化時)		—
力学特性試験	供試体作製 JIS A 1132 (荷卸し時1回/20~150m ³ 等)	1回/工事以上 現場養生・脱型後 中技へ	1回/対象工事 (各県5現場程度)
	圧縮強度試験 JIS A 1108 (荷卸し時1回/20~150m ³ 等)	1回/工事以上 (監督職員の試験を代行)	1回/対象工事 (各県5現場程度)

※請負者の項目は、土木工事共通仕様書(中国地方整備局)規定の必須のみ
※監督職員及び中国技術事務所の項目は、最新の事務連絡(H24.7.6)にもとづくもの

平成13年度より開始したこの取り組みは、生コンの加水問題が取り沙汰された頃から始まり、それまでに問題となっていたアルカリ骨材反応、単位水量、塩化物総量規制など、様々なコンクリートの品質に関する事象への取り組みを包含し、コンクリート材料における中国地方の地域特性の把握と、直轄工事の不適合コンクリート受入の防止・抑止に寄与してきた。

今回は、中国技術事務所に蓄積された試験結果をあらためて考察するとともに、この取り組みを通じて得た知見および気付きから、今後のコンクリート構造物の耐久性向上について考えるものである。

2. コンクリートの品質確認試験の現状

(1) 品質確認試験の概要

レディーミクストコンクリートを用いたコンクリート工事の基本施工プロセスは図-1のとおりである。

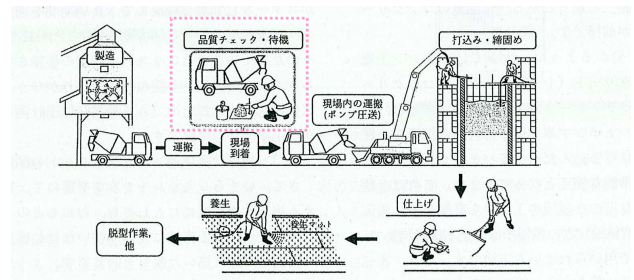


図-1 コンクリート工事の施工プロセス

このうち、荷卸し地点(現場到着)におけるコンクリートの品質チェックが、現在のレディーミクストコンクリートの品質確認試験である。

生コンクリート製造工場の選定は、国土交通省制定土木工事共通仕様書(案)規定により、「JISマーク表示認証製品を製造している工場、かつ、コンクリートの製造、施工、試験、検査及び管理などの技術的業務を実施する能力のある技術者が常駐し、配合設計及び品質管理等を適切に実施できる工場(全国品質監査会議の策定した統一監査基準に基づく監査に合格した工場等)(抜粋)」から選定しており、その工場内において、適切に品質管理にされた生コンクリートが製造される。

しかし、レディーミクストコンクリート(JIS A 5308)は、他の工業製品と異なり、荷卸し地点の品質を指定して購入出来るコンクリートであり、その現場、

配合、気象、気温、運搬時間などで変化する材料の品質管理が、特に難しいとされている。

また、仮に、設計・施工の要求する品質・性能と異なるコンクリートを使用して施工をされると、重大な初期欠陥の発生や、耐久性に劣る構造物ともなりかねない。

そのため、重要構造物構築工事では、書面確認に加え、現場荷卸し地点においてレディーミクストコンクリートの品質が要求する性能を有しているか、規定値の許容差範囲内（表－2）にあるかを、現地試験により確認している。

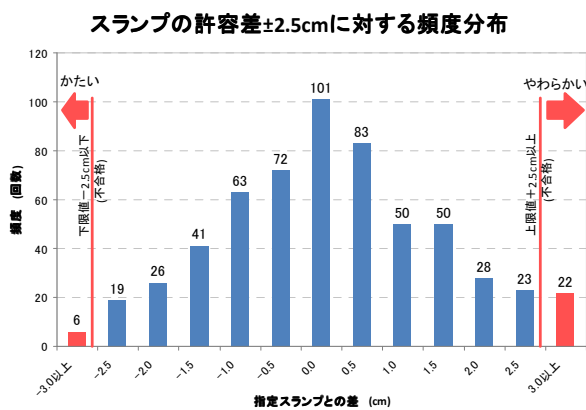
表－2 品質確認試験の種類と実施頻度

		規定値	判断基準 (許容差)
フレッシュ性 性状試験等	スランプ試験 JIS A 1101	5cm及び6.5cm	±1.5cm
		8cm以上18cm未満	±2.5cm
	空気量試験 JIS A 1128	4.5%	±1.5%
	塩化物含有量	—	0.3kg/m ³ 以下
力学特性試験	供試体作製 JIS A 1132	—	—
	圧縮強度試験 JIS A 1108	呼び強度	呼び強度の85%以上 (3回の平均呼び強度以上)

(2) フレッシュ性状試験

平成13年度から平成24年度までのフレッシュ性状試験（スランプ・空気量試験・279現場）結果を以下にまとめる。

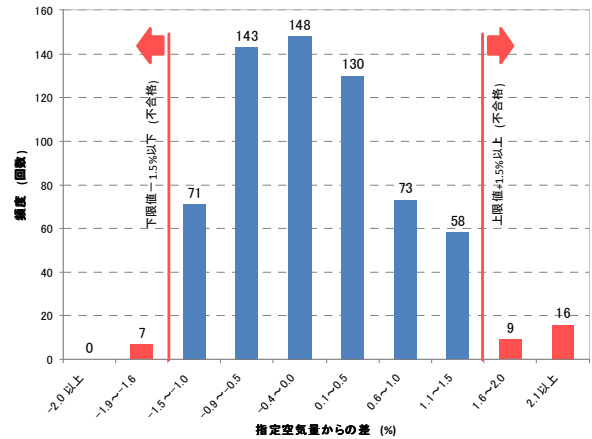
スランプ（規定スランプ8～18cmのレディーミクストコンクリート）の許容値に対する頻度分布（図－2）をみると、不適合（規定値の許容差外）は約5%であった。



図－2 中国技術事務所が実施したスランプ頻度分布

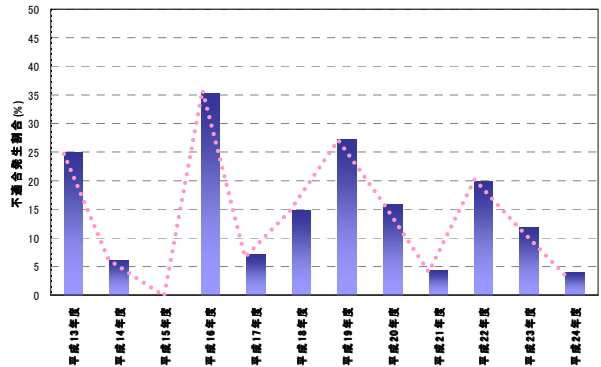
つぎに、空気量（指定空気量4.5%のレディーミクストコンクリート）の許容値に対する頻度分布（図－3）をみると、不適合は約5%であった。

空気量の許容差±1.5%に対する頻度分布



図－3 中国技術事務所が実施した空気量頻度分布

また、年度毎の不適合発生割合の推移（図－4）をみると、周期的な変動がみられるが、その振幅は、徐々に小さくなっており、減少方向にある。

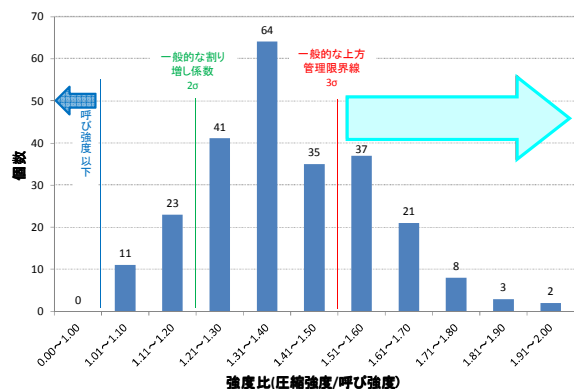


図－4 フレッシュ性状試験不適合発生率の推移

(3) 力学特性試験

力学特性試験である圧縮強度試験の結果を以下にまとめる。

圧縮強度と呼び強度の強度比分布（図－5）をみると、試験を実施した全てにおいて、呼び強度の85%を下回るような不適合はみられなかった。



図－5 圧縮強度と呼び強度の強度比分布

しかし、製造工場において、一般的に管理する3σ管

理限界（処置限界， σ ：標準偏差，JIS Z 9021「シューハート管理図」による）を上回る高い強度比が3割程度みられる。

3. コンクリートの品質管理の課題

以上の蓄積したデータから、フレッシュ性状の不適合は、減少傾向にあるものの、依然見受けられることから、継続した受入れ検査の実施が必要である。

また、力学特性は、全てにおいて規定の強度以上の結果であるが、要求する強度が必要以上に過大となるものは、ひびわれ等の耐久性に関わる構造的不具合も懸念されるため、それに対応した適切な施工が必要である。

「コンクリートの品質管理」は、直轄工事のレディーミクストコンクリートの品質に関するデータを蓄積するとともに、監督職員および中国技術事務所において、重要構造物への不適合コンクリート材料の受入れ防止・抑止に寄与してきた。

その一方で、全国的にコンクリートの初期欠陥などの不具合や早期劣化の事象も多く発生しており、その要因は材料に起因するものだけでなく、環境、設計、施工、管理についての要因も存在している。これらの実態を把握し、適切なコンクリートの品質を保ち、コンクリート構造物の更なる長寿命化を目指すことが必要である。

4. 中国技術事務所が行う新たな品質管理の取り組み

中国技術事務所では、コンクリート構造物の長寿命化に向けた基礎資料収集を目的として、平成24年度の品質確認試験にあわせて、つぎの取り組みを実施した。

- 1) 専門技術者による「現場チェックシート」
- 2) 現場技術者への「品質向上に関するアンケート」
- 3) 中国技術事務所の職員による「コンクリート品質向上気付き事項整理」

対象工事は、レディーミクストコンクリートの品質確認試験（各県5現場程度/年）のうち、了解が得られた現場の中から、構造形式が偏らないよう抽出し、専門技術者（コンクリートに関する有資格者）、現場技術者（施工現場の現場代理人等）、中国技術事務所の職員が、それぞれの立場からみた耐久性向上の工夫や気付きを記録した。（図-6参照）



図-6 新しい取り組みのイメージ

この取り組みにより、レディーミクストコンクリートの品質確認試験結果と、それを使用するコンクリート構造物構築の実態を、同一現場で効率的に収集・把握し、「活きた情報収集（現場技術者の生の声の聴取）」を行うことが可能となった。

5. 新たな品質管理の取り組み結果

(1) 現場の品質向上意識度

現場技術者に、実施したアンケート結果を以下にまとめる。

1) コンクリートの品質向上に関する意識

「コンクリートの品質向上に関する意識」について、約7割の現場において、コンクリートの品質向上に、特に留意している（図-7）との回答があった。

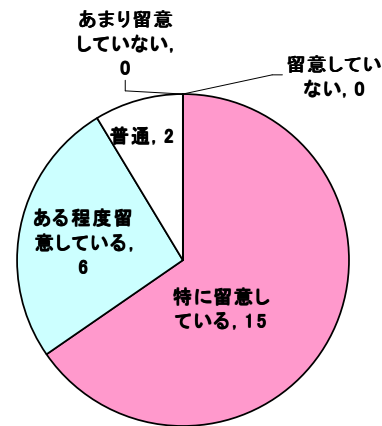


図-7 コンクリートの品質向上に関する意識

2) 品質向上に取り組む段階

複数回答を可能とし、「品質向上に取り組む段階（施工プロセス）」を聞いた（図-8）ところ、各段階での取り組みがみられ、特に「仕上げ」、 「養生」、 「締固め」は、7割以上の現場で取り組まれていた。

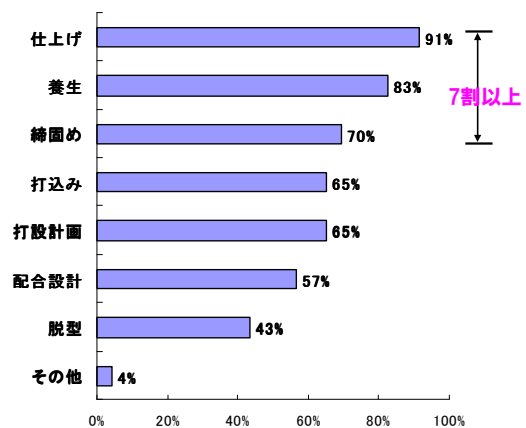


図-8 品質向上に取り組む段階

また、その「品質向上に関する取り組みや工夫の

技術的な規定」(図-9)は、仕様書又は示方書にもとづき実施しているもののほか、技術提案にもとづき実施しているものが約9割あった。

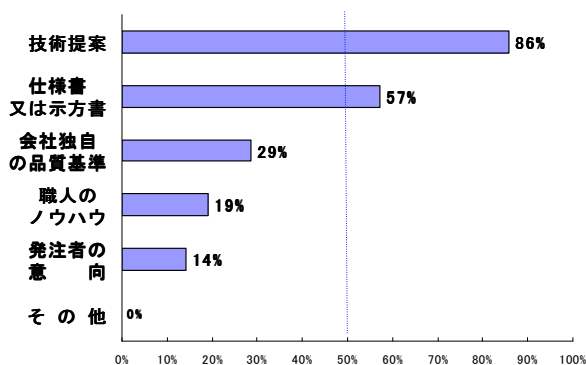


図-9 品質向上を図る技術的な規定

3) 各段階の品質に関する留意点

本アンケートでは品質向上に取り組む段階の中でも、さらに具体的にどのような点に留意しているかについて調査した。図-10に最も回答の多かった仕上げについて整理した。

これによると、「仕上げ時期」、「仕上げ回数」、「職人の技量」に留意している現場が、半数を超えていた。

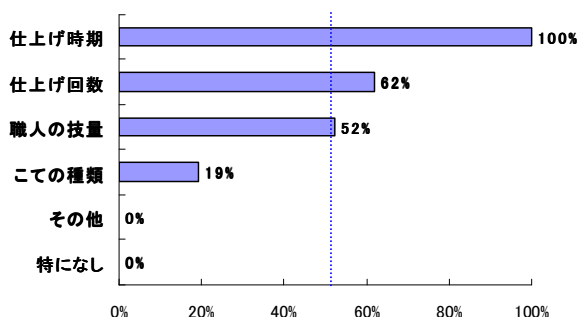


図-10 品質向上留意点 (仕上げ)

4) その他

また、実施したアンケートから、コンクリート打込み後の再振動や内部温度計測の実施などにも、独自の基準を設けて、積極的に新たな品質向上にも取り組まれている現場が多いなどの実態もわかった。

(2) 施工現場の知見・工夫

専門技術者および中国技術事務所職員が、現場で確認したコンクリート構造物の品質向上につながるような現場知見や工夫、気付きについて紹介する。

1) 運搬

トラックアジテーターは、ドラムに保温シート、ホッパーに雨水流入・水分蒸発防止の蓋を装着している車輛が多くみられる。

交通法規を遵守した上で、運搬時間に特に留意さ

れており、スマートホンのGPS機能で位置を管理している会社や、運転手のコンクリート技士取得に取り組んでいる会社もあった。

2) 材料

過密配筋を余儀なくされる構造物で、施工性に劣る現場において、事前に材料分離をおこさないことを確認したうえで、規定スランプ「8cmの許容差+2.5cm」の上方にある「10.5cm許容差-1.0cm」を独自の管理目標としている生コン工場もあった。

3) 打込み

コンクリートポンプ車1台による打設が多く、単位水量の常時観測(RI)を搭載している車輛も多くみられる。ポンプ車のホース先端での作業人数には1~2人がほとんどであるが、躯体(打設地点)まで距離のある現場や狭い現場などでは補助者が多く、かつ高さがある現場は、ポンプ車とシュートを併用して足場毎に確認者を配置している現場もあった。

4) 締固め

主な使用機器は、高周波マルチバイブレーターが半数を占め、その使用台数は2台(+予備)程度である。また、型枠バイブレーターおよび細径バイブレーターを併用する現場も多い。締固め作業は、2~4人であるが、補助者を含めて、5~8人での作業を実施している現場が多い。

橋梁下部や函渠では、充填検知器や透明型枠・透水型枠を使用してコンクリートの充填性(初期欠陥防止)に配慮されている現場もある。

コンクリート再振動を行っている現場は全体の半数程度であるが、その実施時間は、現場により大きく異なり、比較的早い時間で実施している現場が多い。

5) 仕上げ

こてによる仕上げをする現場がほとんどであり、金ごてと木ごての使用率は概ね半々である。仕上げは、締固め後、1時間未満か2~3時間で行うことが多い。また、床版など平面的な仕上げは、電動機付の均し器具を使用する現場もあった。

6) 養生

シート養生が約半数であり、次いで散水養生が多い。脱型時期は必要最低限強度を供試体圧縮強度で確認するという現場が多いが、中には工程を工夫して、12日以上養生を行う現場もあった。

養生中は、温度計測を実施または予定している現場が半数以上あった。計測項目は表面温度計測が最も多く、ついで内部温度であった。計測方法は、手動と自

動（センサーログ）が概ね半々であった。

7) その他

レディーミクストコンクリート品質検査をトラックアジテータ全台で検査，ひび割れ防止ネットやエポキシ鉄筋等使用している現場もあった。

(3) その他の品質管理の取り組み

この品質管理で得た知見は，現場へフィードバックするとともに，職員を対象とした研修などで，情報提供をした。

また，監督職員が作製した供試体の圧縮強度試験を中国技術事務所職員が自ら実施することとし，その試験結果のやり取りを通じて，現場実態に関する意見交換（情報収集）に努めた。その結果，特に平成24年度は過去平均の約1.9倍の圧縮強度試験を実施した。

（図-11参照）

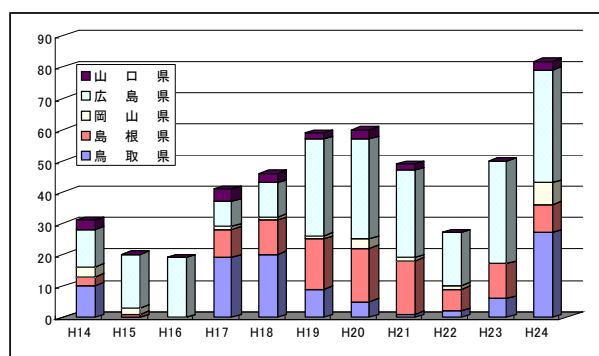


図-11 圧縮強度試験試験体数の推移

6. 今後の展開

この新たな取り組みは，未だ，始めたばかりである。

しかし，これまでの試験結果だけではわからなかった現場の実態も少しずつではあるが把握することができた。

今後，この取り組みを継続して，材料の品質確認試験を行うとともに，コンクリート構造物の長寿命化に向けた基礎資料を蓄積し，情報発信および情報交換していくことにより，コンクリート構造物の品質に関する意識・気運をスパイラルアップしていきたいと考える。

7. まとめ

これまでに構築されてきた社会資本の維持管理費が今後急激に増大していくことが予想されている中，新設の構造物に対して品質の良いコンクリートを施工し，必要に応じた予防保全を施すことで，ライフサイクルコストの低減を図るとの考え方が浸透してきている。

この実現に向けては，設計から施工・管理までの一連のプロセスに関する具体的な方策を検討し，耐久性向上技術の確立，知識の共有を図ることが重要である。

本取り組みは，中国地方のコンクリート構造物の長寿命化に大いに貢献するものと考えている。

参考文献

- 1) 生コン工場品質管理ガイドブック，全国生コンクリート工業組合連合会
- 2) 2009年 J I S ハンドブック，日本規格協会
- 3) 2012年版土木学会コンクリート標準示方書 [基本原則編] [設計編] [施工編]