

小規模施工が連続する 18N/mm² コンクリートの品質管理効率化および検証結果

中日本高速道路株式会社 正会員 ○橋場 幸彦
 中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋株式会社 正会員 鈴木 正幸
 中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋株式会社 岩瀬 愛弓

1. はじめに

コンクリートシールなどに用いる無筋用の 18 N/mm² コンクリート (以下 M 区分コンクリートと呼ぶ※注1) において、小規模打設が長期間連続する場合、要領通りの品質管理を行うと全数検査に近い強度試験を実施しなければならない。全数検査は、要する時間や労力を考慮すると非効率であり、生産能力を著しく低下させることがある。このような背景から、過去の強度データを分析し、効率的に試験頻度を減らす手法を 2013 年に考案して試行運用を開始した。

本文は、約 2 年に渡る試行運用期間のデータを再分析し、効果について検討を行った結果、非常に有意義な結論に達したため、今後の全面展開を踏まえ報告するものである。

2. 効率化手法の概要

2013 年に策定した試行運用の概要を以下に示す。

硬化コンクリートの試験は、表-1 の判断基準を満足していれば、表-2 および図-1 のとおり段階的に試験の頻度を効率化してよい。

表-1 効率化の判断基準

供試体30回分の強度結果を取りまとめ、工程管理シートを作成する。その後、工程能力指数 (Cp) を算出し、Cp=1.33 以上かつ材齢28日強度の基準値を満足する場合、プラントは安定していると判断でき、試験の効率化を適用してよい。

セメント種別	材齢28日強度の基準値	備考
普通ポルトランドセメント	19 N/mm ² 以上	C1-1,C2-1
高炉セメント	20 N/mm ² 以上	C1-1,C2-1

表-2 効率化の試験頻度

31 回目以降、累計打設量が 140m³ まで

31回目以降からの累計打設量 (m ³)	供試体
20	材齢 28 日供試体 3 本採取
40	〃
60	〃
80	〃
100	〃
120	〃
140	〃
以後累計30m ³ ごとに1回	材齢 28 日供試体 3 本採取

140m³ 以降は、30m³ に満たない場合、最低 1 回/月実施

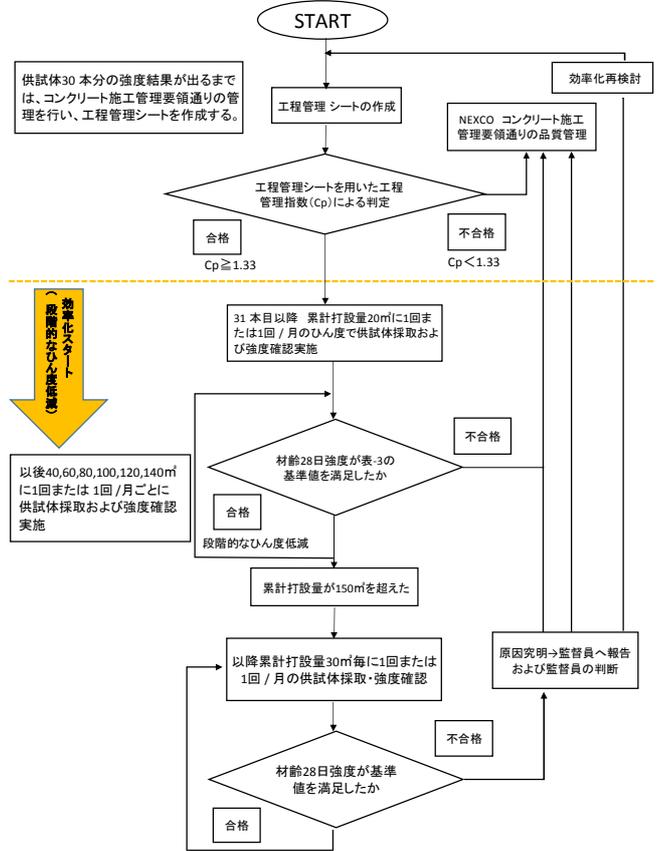


図-1 効率化のフローチャート

3. 過去 2 年間試行運用工事の分析

2014-2015 年の全体工事分のデータを分析し、その後、試行運用工事分と比較することで当効率化案の成果を確認できるものと考えた。そこで、

- 3-1. 全工事分のデータ分析・考察
 - 3-2. 試行運用工事のデータ分析
 - 3-3. 試行運用工事の考察と今後の展望
- の順で行うものとした。

3-1. 全工事分のデータ分析・考察

3-1-1. 正規分布であるかの目視判断

セメント種別ごとに図-2~3 のとおり材齢 28 日の圧縮強度ヒストグラムを作成し、目視確認にて判定した結果、正規分布していると判断できた。

一般的には、ある目標を過不足なく達成しようと努

キーワード：コンクリート 強度 品質管理 効率化 ヒストグラム

連絡先：名古屋市名東区姫若町 57 NEXCO 中日本 名古屋支社 品質管理試験棟 TEL052-703-2180 FAX 052-703-2189

力しているときに発生する誤差は、正規分布に従うものと考えて大丈夫であるが、統計学においては、適切な検定手法によって正規性の確認をすることが必要である。そこで、図-2では普通セメント、図-3では高炉セメントのそれぞれについて、KS（コルモゴロフ・スミルノフ）検定を実施したが、P値=0となり、帰無仮説が棄却され正規分布とは言えない結果となった。

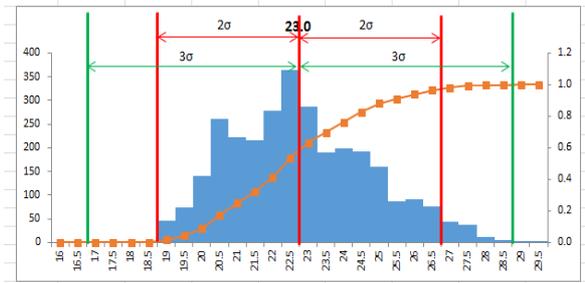


図-2 普通セメント（データ数 n=2,992）

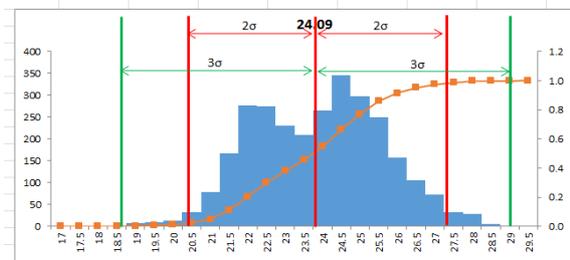


図-3 高炉セメント（データ数 n=2,863）

3-1-2. 標準正規分布図との対比

しかし、このようなヒストグラムとなるのは、理由があり、平均値を中央とした標準正規分布曲線と重ね合わせることで、強度に問題がないことが判る。



図-4 普通セメントと正規分布曲線の重ね合わせ

図-4に示すように、平均値が頂点となるように、標準正規分布曲線を重ねると、面積は、強度が平均値よりも大きい側に分布していることが判る。

これは、水セメント比の上限値規定 (W/C=65%) により、多くの JIS 工場が、強度式から得られる W/C を上限値に抑えて出荷していることが原因と考えられる。

したがって、より安全側のコンクリートを出荷して

いることとなるため、ヒストグラムから得られた情報を基に、基準値を定めることは何ら問題ないと当初分析時は考え、効率化案を策定した。

今回の結果もそれを裏付ける重要なデータであると言える。

3-2. 試行運用工事のデータ解析

2年間実施した効率化対象工事のヒストグラムを、図-5に示す。表-1,2の条件を満たしたプラントでは、強度結果が±2σの範囲に殆ど収まる結果となった。

項目	相対面積差						
	-3σ以下	-2σ	-σ	中央	σ	2σ	3σ以上
偏差値	19.102	21.151	23.200	25.249	27.298	29.347	31.396
正規分布	0.0214	0.1358	0.3413	-	0.3413	0.1358	0.0214
実績	0.0283	0.2166	0.2287	-	0.3785	0.1478	0.0000
差	0.007	0.081	-0.113	-	0.037	0.012	-0.021
		-0.025				0.028	

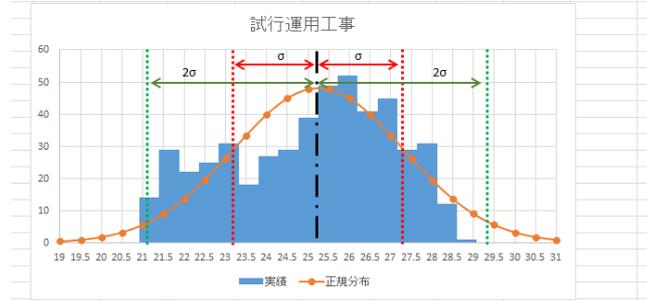


図-5 試行運用工事（データ数 n=494）

3-3. 試行運用工事の考察と今後の展望

設計基準強度を問題なく満足するための強度下限値を設定し、その強度を下回るプラントは、効率化を適用できない。また、工程能力(Cp)が小さいプラントも適用できないことを前提した効率化案は、意外にも安定したフレッシュコンクリートが出荷できたことを示す結果となった。

また、単に強度が大きい側へシフトする傾向も見られず、適切な調合・品質管理がなされたことを示す根拠にもなった。

今後は、使用するであろうプラントに対し、事前に当手法を用いたデータ分析を行い、効率化適用の可否を分析する。そして、老朽化の進んでいる高速道路の補強や補修工事において、のり面の排水溝周りなどに施工するシーリングコンクリートに、当効率化を工事当初から適用する。そうすることで、工程・費用面でも効率化が図れ、より重要な構造物の品質管理が充実することを期待している。

※注1) NEXCOでは、18N/mm²の無筋コンクリートを記号でM区分と呼ぶ。

参考文献：生コンクリート及びコンクリート二次製品の

品質管理における統計的手法 奥村士朗 著 2011.07