

「コンクリートの収縮制御マニュアル」の改訂

太平洋セメント株式会社 セメント事業本部営業部技術グループ 白石 篤雄
 太平洋セメント株式会社 セメント事業本部営業部技術グループ 山崎 学
 太平洋セメント株式会社 中央研究所セメント・コンクリート研究部TBCチームリーダー 谷村 充
 太平洋セメント株式会社 中央研究所セメント・コンクリート研究部TBCチーム 兵頭 彦次

1. はじめに

コンクリートの乾燥収縮はひび割れの原因となり、美観の低下や漏水、構造物の耐久性能の低下に繋がる可能性があります。最近、コンクリート構造物のなご一層の品質向上の観点から、土木・建築両学会の基準類¹⁾²⁾において、乾燥収縮に関する取扱いが大幅に見直されました。これを機に、乾燥収縮に対する関心が高まるとともに、その制御技術の高度化が一層強く求められるようになりました。

当社では、こういった状況にいち早く対応し、収縮制御対策に関連する当社グループ商材の性能を系統的に取り纏めた「コンクリートの収縮制御マニュアル」

を発刊(2009年7月)しました。同マニュアルには、多くの反響が寄せられましたが、同時に内容の更なる拡充が要望されました。今般、改訂した第二版を発刊しましたので、改訂ポイントや乾燥収縮に及ぼす各種要因の影響評価の概要を紹介します。

2. 改訂のポイント

2.1 全体構成について

本マニュアルは、全5章で構成され、総頁数は、初版の29頁から39頁に増えました(図-1)。1~3章は、基準類における乾燥収縮の取扱いの現状や用語などを整理しています。4~5章が本体部にあたり、独自の実験データや調査データ



1章	はじめに
2章	乾燥を受けるコンクリートの収縮の用語について
3章	膨張材の効果の取扱いについて
4章	コンクリートの乾燥収縮特性評価
4.1	はじめに
4.2	実験概要
4.3	調査概要
4.4	乾燥収縮ひずみ特性
4.5	材料による収縮制御対策の効果
5章	コンクリートの収縮予測手法
5.1	はじめに
5.2	既存の収縮予測手法
5.3	収縮予測手法の提案
5.4	短期データを用いた収縮推定法

図-1 コンクリートの収縮制御マニュアル第二版と目次

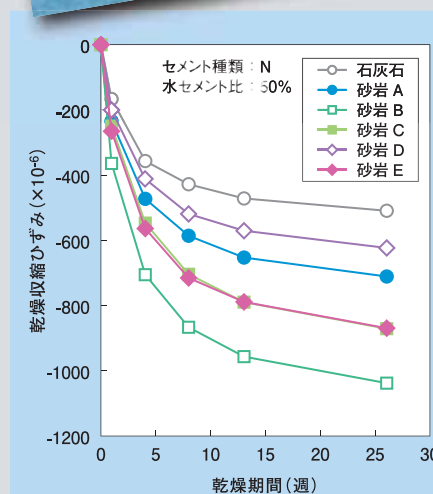


図-2 コンクリートの乾燥収縮ひずみ

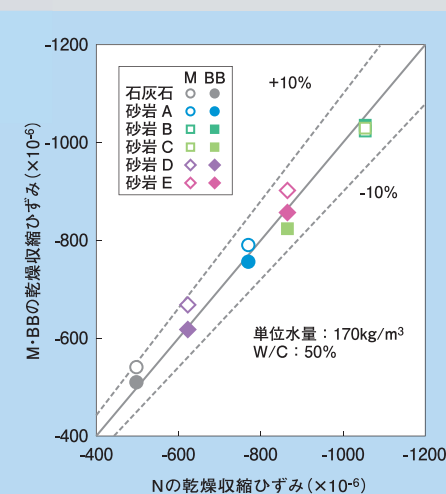


図-3 セメント種類の影響

を収集し、乾燥収縮に及ぼす各種要因の影響評価に加え、収縮予測手法などを盛り込んでいます。初版の内容を残しつつ、大幅なデータ拡充、追加検討を行ったものであり、単なる改訂に止まらない内容となっています。

2.2 掲載データの範囲

掲載データの内訳は、実験データと調査データに大別されます(表-1および表-2)。実験データは、当社中央研究所における系統的な実験検討によるものであり、初版と併せて69配(調)合に及びます。粗骨材を要因として、乾燥収縮ひずみの大きさに幅を持たせたコンクリートを用い、セメントの影響や収縮低減材料の効果を検討している点が

本マニュアルの特徴の一つとなっています。調査データは、新たに加えたデータであり、全国のレディーミキストコンクリート工場で収集した197のデータからなります。

3. 各種要因の影響評価の概要

3.1 骨材・セメントの影響

粗骨材では、 $-500\times10^{-6}\sim-1000\times10^{-6}$ の範囲で様々な特性を示すものがあること、セメント種類については、普通セメントを基準とした場合、概ね $\pm10\%$ の範囲内に収まる傾向が認められること、などの特徴的な図を掲載しています(図-2および図-3)。

3.2 配(調)合・力学特性との関係

第二版では、コンクリートの配(調)合や力学特性と乾燥収縮との関係評価にまで検討の範囲を広げています。乾燥収縮と単位水量の関係(図-4)やコンクリートのヤング係数との関係(図-5)などを掲載しています。

3.3 材料による収縮制御対策の効果

膨張材や収縮低減剤といった収縮制御材料の効果について、系統的なデータを収集しています(図-6および図-7)。また、石灰石粗骨材、膨張材、収縮低減剤を用いる場合を想定し、それらの対策効果を定量的に表現するための手法も提示しています(図-8)。

3.4 収縮予測手法の提案

建築および土木の両学会では、多くの実験データに基づいた収縮予測式を示しています。また、理論的な手法としては古くから、コンクリートの各構成材料の収縮・弾性特性を考慮する複合モデルが検討されています。本マニュアルでは、これらの手法に基づきつつ、新たな要素を付加した手法を提示しています。

学会の収縮予測式については、粗骨材の吸水率を変数とした補正係数を導入する手法を掲載しています。複合モデルについては、粗骨材自体の乾燥収縮・ヤング係数データに基づく手法を検討するとともに(図-9)、より一般性のある手法として、複合モデルへの活用例を示し、予測精度について検討しています(図-10)。

また、短期のデータを用いて長期の乾燥収縮ひずみを推定する早期判定法についても検討を加えており、複数の短期データを利用した推定式や、収縮制御材料を用いた場合の早期判定式の係数についても触れています。

4. おわりに

本マニュアルは、ユーザーサポートや差別化技術の提供などを目的としたTBC(太平洋ブランドセメント・コンクリート)活動の一環として刊行したものです。ユーザーの皆様にとって、コンクリートの乾燥収縮対応技術を検討される際の一助となれば幸いです。なお、同マニュアルは、収縮に関する学協会の

動向なども踏まえつつ、改訂を行っていく予定です。

【参考文献】

- 1) 土木学会:2007年制定コンクリート標準示方書 [設計編], 2008.3
- 2) 日本建築学会:建築工事標準仕様書・同解説 JASS5 鉄筋コンクリート工事 2009,2009.2

表-1 実験水準(実験データ)

粗骨材の種類	水セメント比(W/C)(%)	セメント種類	使用量(kg/m³)	
			収縮低減剤	膨張材
石灰石	40,50,60	N	0,3,6,9	0,20
砂岩A				
砂岩B				
砂岩C				
砂岩D		N,M,BB	0,6	0,20
砂岩E				

N:普通ポルトランドセメント、M:中庸熟ポルトランドセメント、BB:高炉セメントB種

表-2 調査データの範囲

項目	範囲
データ数	197
呼び強度	21~57
水セメント比(W/C)	33.5~60.0%
単位水量	147~186kg/m³
単位セメント量	232~516kg/m³
スランプ(実測値)	7~23cm
セメントの種類	N、M、BB
細骨材の岩種	石灰岩、砂岩、安山岩、花崗岩、粘板岩、流紋岩、天然砂、およびそれを混合したもの
粗骨材の岩種	石灰岩、砂岩、安山岩、花崗岩、粘板岩、流紋岩、玄武岩、角閃岩、凝灰岩、砂利、およびそれを混合したもの

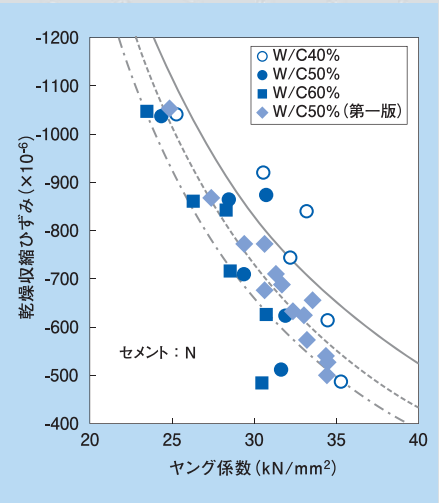


図-5 ヤング係数との関係

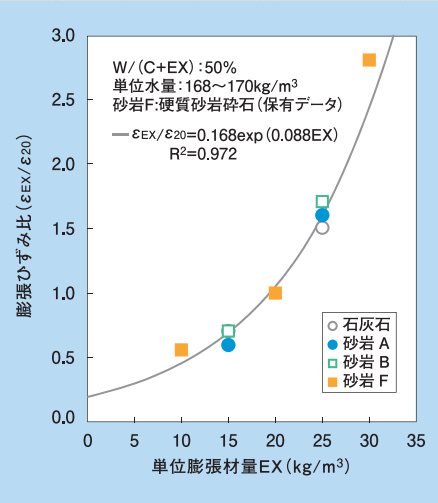


図-6 単位膨張材量と膨脹比

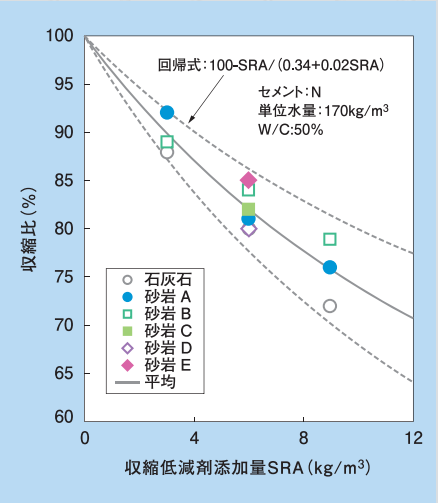


図-7 収縮低減剤添加量と収縮比

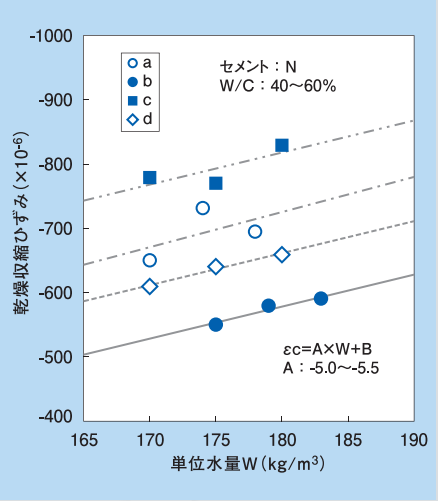


図-4 単位水量との関係

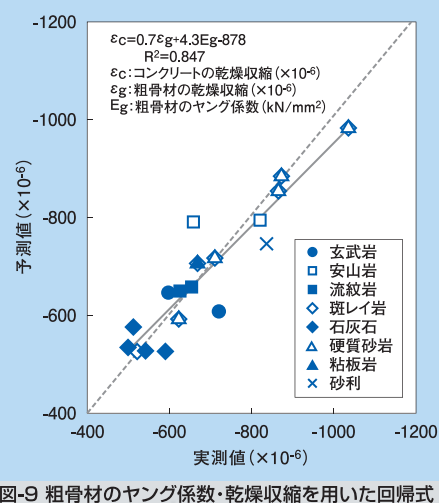


図-9 粗骨材のヤング係数・乾燥収縮を用いた回帰式

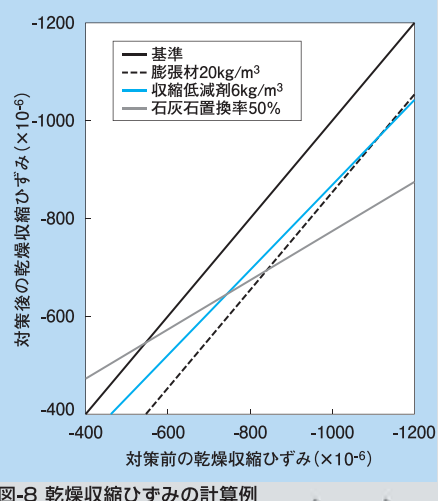


図-8 乾燥収縮ひずみの計算例

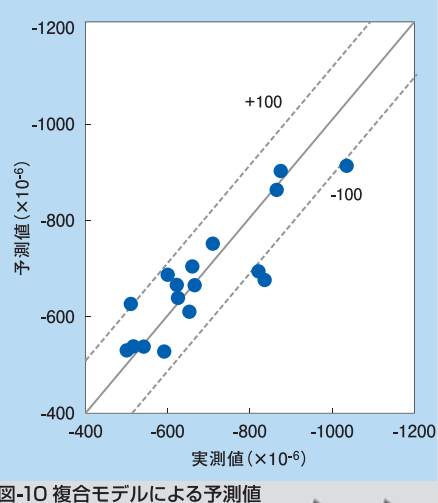
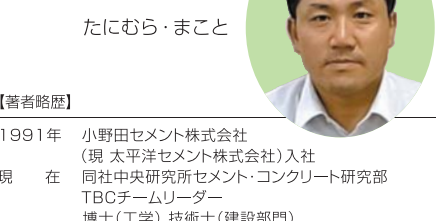


図-10 複合モデルによる予測値



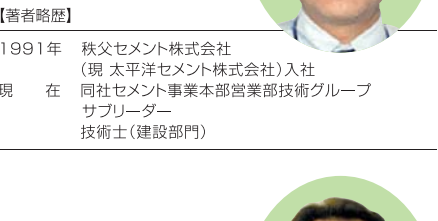
ひょうどう・ひこつぐ

【著者略歴】
1998年 日本セメント株式会社
(現 太平洋セメント株式会社)入社
現在 同社中央研究所セメント・コンクリート研究部
TBCチーム
技術士(建設部門)



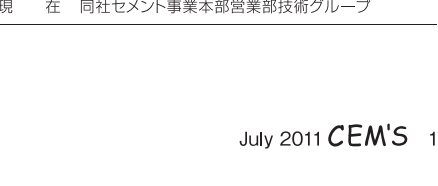
たにむら・まこと

【著者略歴】
1991年 小野田セメント株式会社
(現 太平洋セメント株式会社)入社
現在 同社中央研究所セメント・コンクリート研究部
TBCチームリーダー
博士(工学) 技術士(建設部門)



やまざき・まなぶ

【著者略歴】
1991年 秩父セメント株式会社
(現 太平洋セメント株式会社)入社
現在 同社セメント事業本部営業部技術グループ
サブリダー
技術士(建設部門)



しらいし・あつお

【著者略歴】
1993年 秩父セメント株式会社
(現 太平洋セメント株式会社)入社
現在 同社セメント事業本部営業部技術グループ