

佐賀大学 学生会員○東島 潤
佐賀大学 正会員 山内直利
佐賀大学 正会員 石橋孝治

1. はじめに

コンクリートのひび割れ抑制を目的として、土木・建築両学会では乾燥収縮ひずみの制限規定を導入した。一般的に高品質のコンクリート構造物を構築するためには収縮の小さいコンクリートを使用するのが望ましく、できるなら乾燥収縮ひずみ量が事前に確認できれば適切な対応が可能となる。一方、コンクリートの乾燥収縮ひずみ量は JIS A 1129 が定める試験法により、6 ヶ月間に渡る長期測定によって確定する。このため乾燥収縮ひずみ量の早期予測法の提案も行われて来ている。

単位水量がコンクリートの乾燥収縮の主要影響因子であるが、近年では骨材の力学的性質によって乾燥収縮ひずみ量が大幅に異なってくることも認知されている。骨材の弾性係数は収縮に抵抗する一因としてとらえることができる。

本稿では、佐賀県内産の生コンに注目してコンクリートの乾燥収縮ひずみに及ぼす地産粗骨材の影響を検討すると共に、実測値を用いた重回帰分析による乾燥収縮ひずみの予測法を提案する。

2. 検討概要

2.1 乾燥収縮試験

佐賀県内の生コン 22 工場からコンクリート試料の提供を受け、乾燥収縮試験用供試体を作製した。JIS A 1129-3 のダイヤルゲージ方法を適用して乾燥収縮ひずみの計測を行った。測定に用いたコンクリートは表-1 に示すようにセメントの種類と粗骨材の最大寸法 (mm) で 3 グループに区分した。

表-1 コンクリートの区分

記号	N20	BB20	BB40
セメントの種類	普通ポルトランドセメント	高炉セメントB種	
Gmax	20	20	40
呼び強度	18~36	18~27	18~24
スランプ値	8~18	8~18	5~8
水セメント比	41~65	47~65	56~63
試料数	31	19	24

2.2 弾性係数試験

佐賀県内の生コン 22 工場が使用している粗骨材の原石塊を採石場から提供を受けた。石目を考慮して 3 面からコア (φ35×70 mm) を 3 本以上/1 面採取した。圧縮強度と弾性係数の試験結果を表-2 に示す。

表-2 使用粗骨材の物理的性質

原石	岩種	記号	弾性係数 (KN/mm ²)	圧縮強度 (N/mm ²)	密度 (g/cm ³)	試料数
sample 1	佐賀県花崗岩	Gr ₄	44.8	158.6	2.96	27
sample 2	相知花崗岩	Gr ₃	18.6	68.0	2.73	5
sample 3	玄武岩(唐津産)	B ₁	49.7	211.3	2.90	18
sample 4	玄武岩(伊万里産)	B ₂	16.2	67.3	2.70	24
sample 5	変朽安山岩	Pr	30.2	150.4	2.61	22
sample 6	安山岩	An	29.4	169.3	2.68	14
sample 7	玄武岩(福島産)	B ₃	27.5	147.4	2.68	14
sample 8	玄武岩(伊万里産)	B ₂	23.8	109.9	2.73	17
sample 9	安山岩	An	27.6	113.2	2.60	16
sample 10	玄武岩(伊万里産)	B ₂	20.3	94.3	2.81	16
sample 11	玄武岩(唐津産)	B ₁	17.6	82.8	2.86	14
sample 12	東松浦花崗岩	Gr ₂	24.1	51.4	2.99	8
sample 13	結晶片岩	CS	26.2	112.0	2.87	22

3. 検討結果

一例として 30-18-20-N 規格のコンクリートの乾燥収縮試験の結果を粗骨材別に図-1 に示す。弾性係数が乾燥収縮ひずみ量に影響することを示唆している。また結晶片岩を使用しているコンクリートは乾燥収縮ひずみが抑制される傾向が認められた。

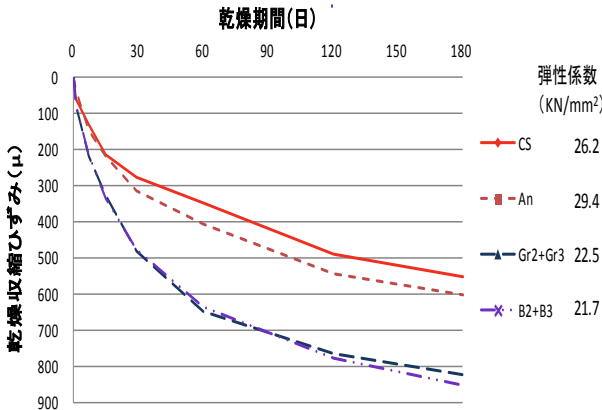


図-1 コンクリートの乾燥収縮ひずみ

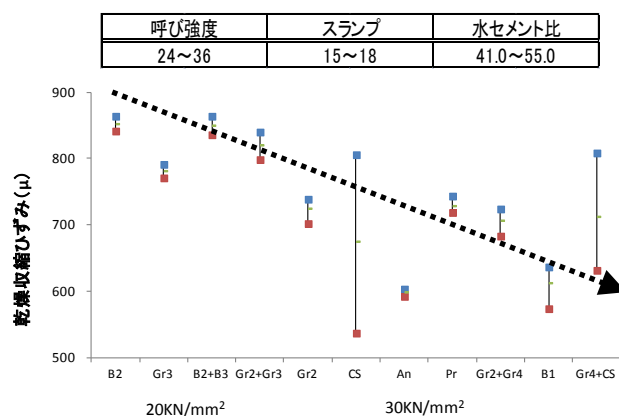
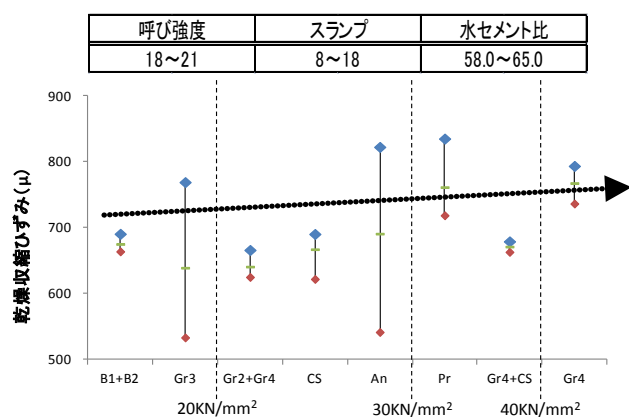


図-2 水セメント比別の乾燥収縮ひずみと弾性係数の関係（N20 の場合）

図-2 は水セメント比で二分割し、縦軸に乾燥収縮ひずみ、横軸に左から弾性係数が小さい順に粗骨材の岩種を並べたものである。

水セメント比が 58~65% の場合(左図)、弾性係数が大きくても乾燥収縮ひずみの抑制は明瞭であると言ひ難い。一方、水セメント比が 41~55% の場合(右図)、弾性係数が大きくなると乾燥収縮ひずみは抑制される傾向が確認できる。BB20, BB40 でも同様な傾向が認められた。弾性係数による乾燥収縮ひずみの抑制には水セメント比が関わっており、概ね 55% を境に抑制の機能が発揮されるものと考えられる。

4. 予測法の提案

4.1 重回帰分析

配合条件のみで 6 ヶ月後の乾燥収縮ひずみを精度よく予測することは困難である。そこで 1 ヶ月間の乾燥収縮ひずみの実測値を用いて重回帰分析による予測を試みた。今回は 6 ヶ月後の乾燥収縮ひずみを目的変数とし 1 ヶ月間の乾燥収縮ひずみと配合条件、粗骨材の弾性係数等を説明変数として分析を行った。

4.2 予測式

重回帰分析による N20 と BB の予測式を以下に示す。

$$N20 : \varepsilon_f = 4.54 NS + 2.13 \varepsilon_1 - 1.30 \varepsilon_5 - 2.76 \varepsilon_{12} + 3.44 \varepsilon_{27} \quad \dots (1)$$

$$BB : \varepsilon_f = 4.70 SL + 1.02 \varepsilon_1 - 1.93 \varepsilon_{15} + 2.52 \varepsilon_{27} + 161 \quad \dots (2)$$

ここに、 ε_f : 6 ヶ月後の乾燥収縮ひずみ量、
NS : 呼び強度、 ε_i : i 日目の乾燥収縮ひずみ量、
SL : スランプ値である。

BB では Gmax の寄与が極めて小さかったため、くくりで処理した。

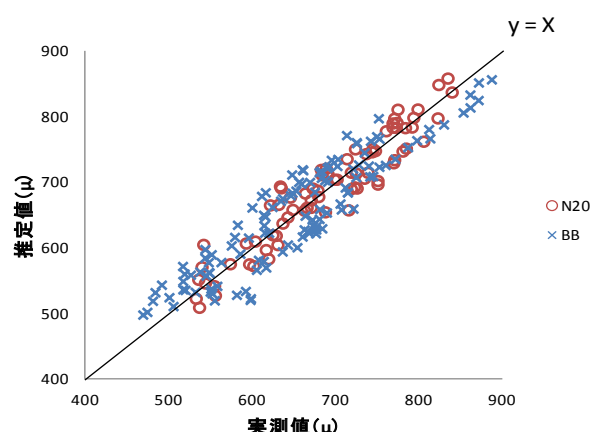


図-3 推定値と実測値の関係

図-3 に N20 と BB の予測式による推定値と実測値の関係を示す。残差の範囲は N20 が -62~59 μ であり、BB が -67~78 μ となっている。

5. まとめ

高い弾性係数を有する骨材使用による乾燥収縮ひずみの抑制は水セメント比が小さい場合は機能するが、水セメント比が大きくなると機能が発揮されないと考えられる。予測式の決定係数は N20 が $R^2 = 0.999$ 、BB が $R^2 = 0.843$ となり高精度の予測が可能であるため、佐賀県内産生コンにおいては実用的と言える。両式に呼び強度とスランプ値と言った水セメント比に関係が強い変数が含まれていることから、水セメント比が乾燥収縮ひずみに影響を及ぼす主要な因子であるという既応の知見を確認したかたちとなる。

試料提供にご協力いただいた佐賀県生コンクリート工業組合及び佐賀県石材工業協同組合に厚くお礼申し上げます。

6. 参考文献

土木学会/コンクリート標準示方書[設計編]/2007 年