

セメントのアルカリ含有量がコンクリートの乾燥収縮ひび割れ性状に及ぼす影響

東海大学大学院 学生員 ○小野 有紀子
 東海大学工学部 正会員 笠井 哲郎
 中央大学研究開発機構 フェロー 田澤 栄一

1. はじめに

R.W.Burrows の報告によると、セメントのアルカリ含有量 ($K_2O+0.5Na_2O$) とセメント硬化体の収縮ひび割れ特性にはある相関が見られ、アルカリ含有量が少ないほどひび割れの発生時の自由収縮ひずみ量が大きくなることが指摘されている¹⁾。これは、コンクリート部材が収縮変形に対し同一の拘束を受けている場合、使用セメントのアルカリ含有量が少ないほど収縮ひび割れが生じにくくなることを示すもので、コンクリート構造物の収縮ひび割れが低減され、耐久性の向上等が期待できる。著者らは、普通セメントにアルカリ試薬を添加しアルカリ含有量を変化させた実験から、アルカリ含有量が少ないほど、ひび割れ発生時の自由収縮ひずみ量が大きくなり、前述の

R.W.Burrows の報告と同様な結果が得られたことを報告している²⁾。また、新たに試製した超低アルカリ含有量のセメントと市販のセメントを用いて、セメントペーストおよびモルタルの実験を行い図-1、図-2のような結果を得た³⁾。

そこで本研究では、コンクリートレベルでの実験を行い、アルカリ含有量が収縮および収縮ひび割れに及ぼす影響について検討を行った。

2. 実験概要

表-1 化学成分

Type of cement	密度 (g/cm ³)	比表面積 (cm ² /g)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	F.CaO	Na ₂ O	K ₂ O
LAC	3.08	4130	23.12	4.35	0.74	65.69	0.87	2.66	2.64	0.04	0.06
MAC	3.15	3240	20.17	4.99	2.91	64.42	0.82	2.27	0.29	0.28	0.36

セメントは試製した超低アルカリ型のポルトランドセメント(アルカリ含有量 0.08%、密度 3.08g/cm³、以下 LAC)、普通ポルトランドセメント (アルカリ含有量 0.50%、密度 3.15g/cm³、以下 MAC) の2種類のセメントを使用した。細骨材は、小笠産陸砂(密度 2.60g/cm³)、粗骨材は岩瀬町産碎石(密度 2.64g/cm³)を使用した。混和剤は高性能 AE 減水剤および AE 剤を使用した。各セメントの化学成分およびコンクリートの配合を表-1、表-2に示す。容量 100ℓのパン型強制練りミキサーを使用し、全材料を投入後、3分間練混ぜを行った。

一軸拘束ひび割れ試験は、図-3に示す 940×170×100mm の鋼製拘束型枠を使用した。試験方法は JIS A1151「拘束されたコンクリートの乾燥収縮ひび割れ試験方法」に準拠し、拘束ひずみおよびひび割れ発生材齢を測定するために、拘束板の中央部の両側面にひずみゲージを設置し、拘束板の圧縮ひずみ量を計測した。

自由収縮ひずみ試験は 100×100×400mm の鋼製型枠を使用し、JIS A 1129-3

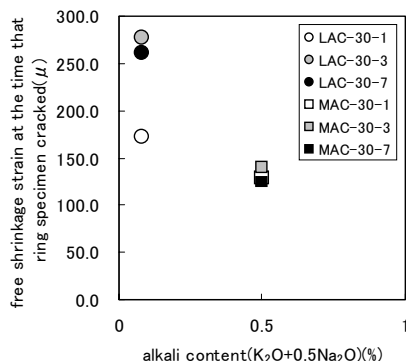


図-1 セメントペーストにおけるひび割れ発生時の自由収縮ひずみ量とアルカリ含有量の関係

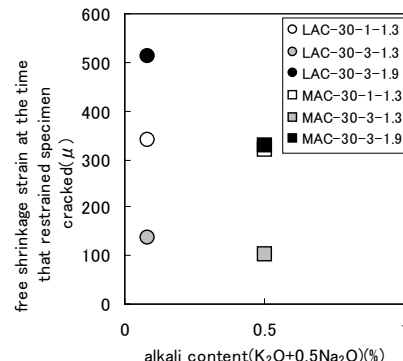


図-2 モルタルにおけるひび割れ発生時の自由収縮ひずみ量とアルカリ含有量の関係

表-2 コンクリートの配合

Type of cement	LAC	MAC
Alkali content(%)	0.08	0.50
W/C(%)	30	
s/a(%)	45.8	46.2
S/C	1.2	
SP(C×%)	1.35	1.40
AE(C×%)	0.0025	0.0020

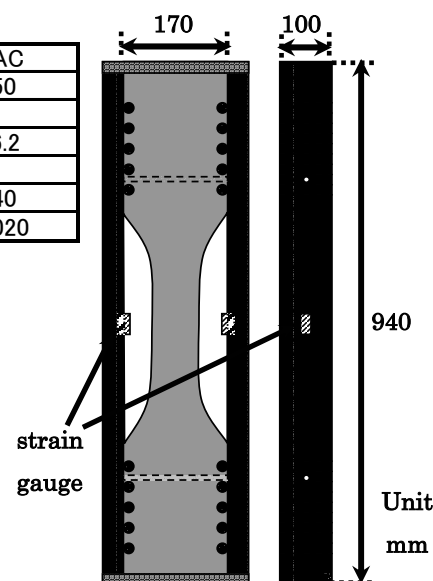


図-3 一軸拘束ひび割れ試験型枠

「モルタルおよびコンクリートの長さ変化試験方法(ダイヤルゲージ方法)」の試験方法に準拠して行った。養生方法および計測方法は、両試験ともコンクリートを打設し、始発後に表面仕上げを行い、水分の逸散を防止するため、供試体表面をポリエステルフィルムで被覆し、室内にて気中養生した。24 時間後、拘束板以外の型枠部分を脱型し、水中養生を 2 日および 6 日間行い、その後 20℃60%R.H.の恒温恒湿内に静置した。一軸拘束ひび割れ試験では、供試体にひび割れが発生するまで、拘束板の圧縮ひずみ量をデータロガーにて計測した。自由収縮ひずみ試験では、水中養生終了後から 0、1、2、4、7、12、24 時間その後 1 日おきに一軸拘束ひび割れ試験供試体にひび割れが発生する時間まで計測した。

3. 結果および考察

図-4(a)(b)は各養生方法における拘束型枠の圧縮ひずみ量と材齢の関係を示したものである。コンクリートの自己収縮と乾燥収縮により、拘束板の圧縮ひずみが増加し、ある材齢で急激に減少している。この材齢時にコンクリートにひび割れが発生し、圧縮ひずみが開放されたと考えられ、この時間をひび割れ発生材齢とした。各養生方法において、アルカリ含有量が少ないセメントを用いたコンクリートほど、ひび割れ発生までの材齢が長くなる傾向を示した。また、アルカリ含有量が少ないほど、ひび割れ発生材齢の圧縮ひずみ量が多いことがわかる。

図-5 は自由収縮ひずみ量と材齢の関係を示したものである。各養生方法において、アルカリ含有量が多いほど自由収縮ひずみ量が大きくなっていることがわかる。

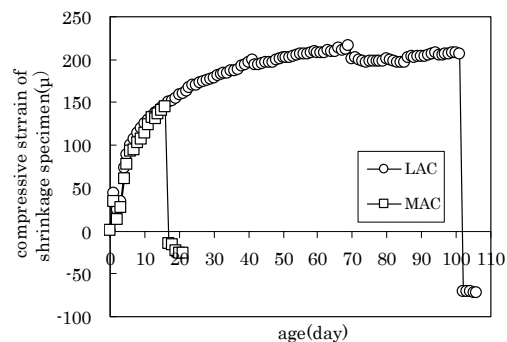
図-6 は一軸拘束ひび割れ試験および自由収縮ひずみ試験の結果から得られた、ひび割れ発生時の自由収縮ひずみ量とアルカリ含有量の関係を示したものである。アルカリ含有量が少ないほどひび割れ発生時の自由収縮ひずみ量が大きくなっていることがわかる。

4. まとめ

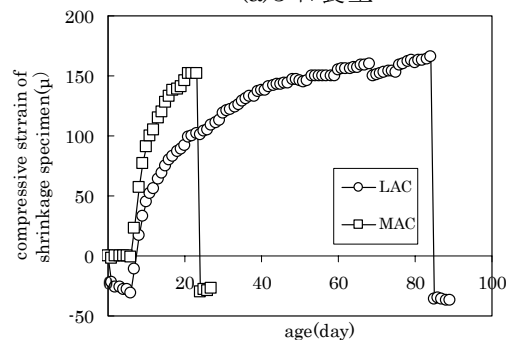
各養生方法において、アルカリ含有量が少ないほどひび割れ発生時の自由収縮ひずみ量が大きくなった。これは、アルカリ含有量を少なくすることで伸び能力が向上し、ひび割れ抵抗性に優れた性能を示すものと考えられる。よって、セメント中のアルカリ含有量を少なくすることで、ひび割れ抵抗性に優れたセメントの開発が可能であることを示唆するものである。

[参考文献]

- 1) R.W.Burrows:202 Observations on Too-Quickly Strong concrete(2001)
- 2) 泉英司、笠井哲郎、田澤栄一：セメントのアルカリ含有量が硬化体の収縮ひび割れ性状に及ぼす影響、土木学会第 57 回年次学術講演会講演概要集、DISC2、V-665、(2002)
- 3) 田澤栄一ほか：自己収縮委員会報告書、日本コンクリート工学協会、pp.191-194(1996)
- 4) 小野有紀子、泉英司、笠井哲郎：セメントの低アルカリ化による耐ひび割れセメントの開発、第 31 回関東支部技術研究発表会講演概要集



(a)3 日養生



(b)7 日養生

図-4 拘束型枠の圧縮ひずみ量と材齢の関係

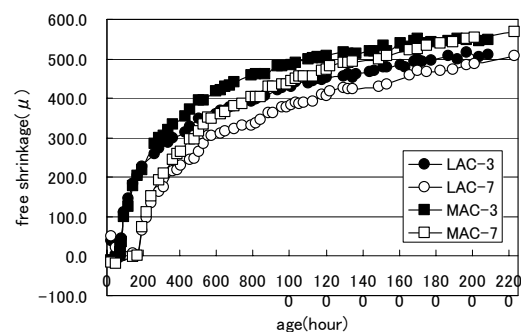


図-5 自由収縮ひずみ量と材齢の関係

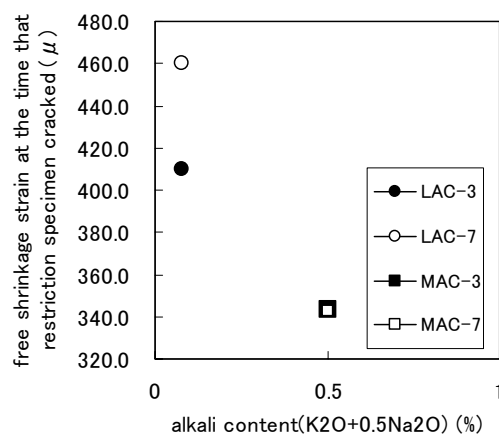


図-6 ひび割れ発生時の自由収縮ひずみ量とアルカリ含有量の関係