

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

東海大学工学部 学生員 ○小野 有紀子
東海大学大学院 学生員 泉 英司
東海大学工学部 正会員 笠井 哲郎

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。また、著者らは、更に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⁾。

そこで本研究では、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、セメントの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

	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
HAC	3.14	3220	21.52	4.45	3.32	61.52	2.66	2.22	0.64	0.12	1.18

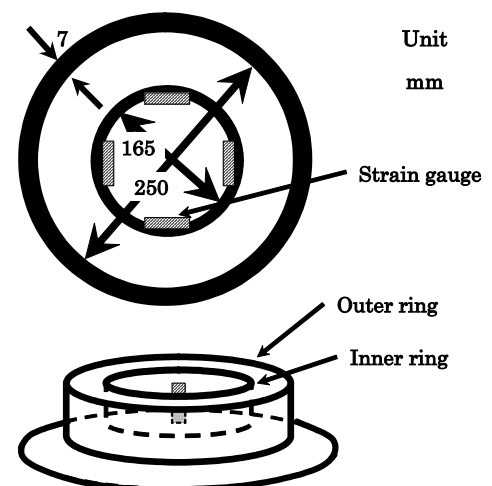
セメントはアルカリ含有量の異なる白色セメント(アルカリ含有量 0.08%、密度 3.08g/cm³、以下 LAC と省略)、普通ポルトランドセメント(アルカリ含有量 0.50%、密度 3.15g/cm³、以下 MAC) および韓国産のセメント(アルカリ含有量 1.24%、密度 3.14g/cm³、以下 HAC) の 3 種類のセメントを使用した。各セメントの化学成分を表－1 に示す。混和剤はポリカルボン酸系高性能 AE 減水剤を使用した。セメントペーストの配合を表－2 に示す。練混ぜ方法は加水後、15 秒間でセメントを投入し、ホバート型モルタルミキサーで低速で 1 分間、その後、中速で 2 分 45 秒間練混ぜを行った。

収縮ひび割れ試験用供試体は、図－1 に示す外リングφ250×40mm、内リングφ165×40mm のリング状の鋼製拘束型枠を使用し、収縮ひび割れ発生材齢を測定するために内リングの内側 4 ヶ所にひずみゲージを設置した。また、セメントペーストと型枠底面との摩擦を低減するために、テフロンシート(厚さ 0.5mm)を敷いた。

自由収縮ひずみ試験は 40×40×160mm の鋼製型枠を使用し、JIS A 1129-3「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、両試験ともセメントペーストを打設し、始発後に表面仕上げを行い、水分の逸散を防止するため、供試体上面をポリエステルフィルムとラップで seal した。材齢 24 時間まで 20℃、90%R.H. の恒温恒湿槽に静置し、材齢 24 時間後、内リング以外の型枠を脱型し、水中養生

表－2 セメントペーストの配合

Type of cement	LAC	MAC	HAC
Alkali content(%)	0.08	0.50	1.24
W/C(%)	30		
SP(C×wt%)	0.4		



図－1 拘束リング型枠図

キーワード：セメントのアルカリ、乾燥収縮、拘束ひび割れ試験、曲げ靱性、ひび割れ抵抗性

〒258-1292 神奈川県平塚市北金目 1117・TEL0463-58-1211・FAX0463-50-2045

生を0、2および6日間行った。その後、20℃、60%R.H.の恒温恒湿槽に静置し、収縮ひび割れ試験では収縮ひび割れ供試体にひび割れが発生するまで、内リングの圧縮ひずみ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日おきに収縮ひび割れ試験の供試体にひび割れ発生する時間まで計測した。なお、収縮ひび割れ試験供試体のひび割れ発生材齢の判定は、拘束型枠の内リングの圧縮ひずみ4箇所の平均を求め、圧縮ひずみが急激に減少する時期とした。

3.結果および考察

図-2(a)(b)(c)は各養生方法における内リングの圧縮ひずみ量と材齢の関係を示したものである。図中に示す凡例 LAC-1 は（セメントの種類）-（養生日数）である。セメントペーストの自己収縮と乾燥収縮により、内リングの圧縮ひずみが増加し、ある材齢で急激に減少している。この材齢時にセメントペース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も、MAC および HAC の2種類よりも LAC の方がひび割れ発生材齢が長くなっていることがわかる。また、アルカリ含有量が少ないほど、ひび割れ発生直前の内リングの圧縮ひずみ量が多いことがわかる。これは、セメントペーストのひび割れ発生までの引張りひずみ量が多いことを示している。

図-3 は自由収縮ひずみ量と材齢の関係を示したものである。養生日数が1日の場合、アルカリ含有量が少な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。しかし、養生日数3日および7日では、その傾向が見られなかった。

図-4 はセメントペースト供試体の収縮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。各養生方法においても、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多いことがわかる。これは、アルカリ含有量を少なくすることでセメント硬化体の伸び能力を向上することを示している。

4.まとめ

各養生方法においても、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、ひび割れ抵抗性を向上させる要因のひとつであると考えられる。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)

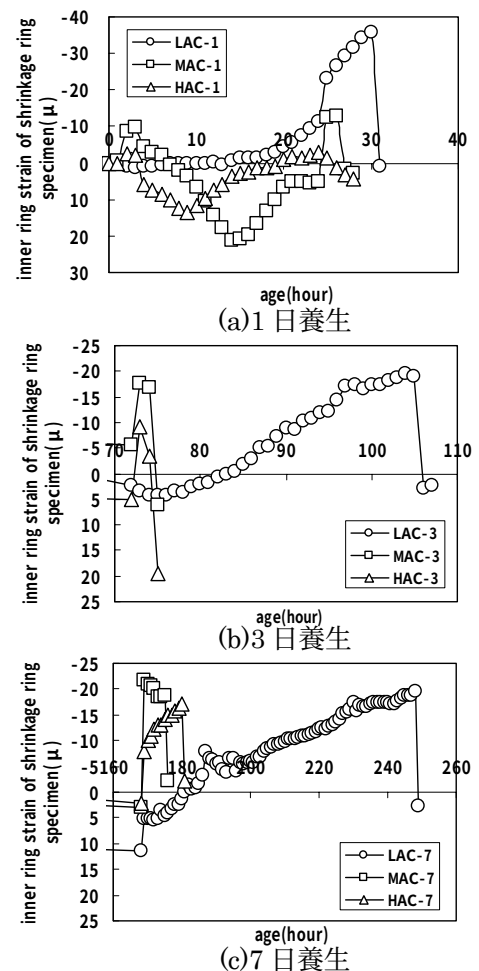


図-2 内リングの圧縮ひずみ量と材例の関係

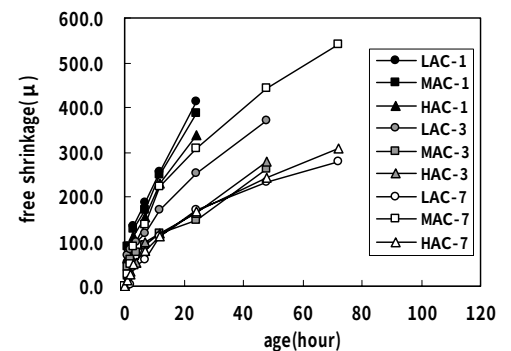


図-3 自由収縮ひずみ量と材齢の関係

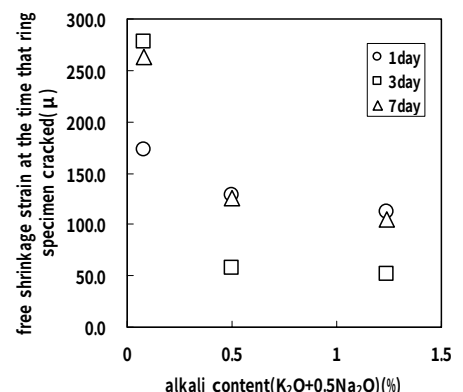


図-4 ひび割れ発生時の自由収縮ひずみとアルカリ含有量の関係