

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

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
 中央大学 フェロー 田澤栄一

1. はじめに

R,W,Burrows¹⁾の研究によると、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する自由収縮ひずみの量が大きくなることが指摘されている。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耐久性の向上等が期待できる。

そこで本研究では、アルカリ含有量の相違による上記の影響について再現性実験を行い、セメントのアルカリ含有量が硬化体の収縮および収縮ひび割れ発生に及ぼす影響を明らかにし、収縮ひび割れに対し抵抗性の高いセメントの開発を目的として検討を行った。

2. 実験概要

2.1 セメントペーストの製造

セメントは、普通ポルトランドセメント ($K_2O=0.42\%$, $Na_2O=0.28\%$)、低熱セメント (同 0.28% , 0.21%) および比較的アルカリの少ないエコセメント (同 0.01% , 0.38%) を用いた。これらのセメントのアルカリ含有量を変化させるために、各セメントの K_2O と Na_2O の含有率と同じ比率で K_2SO_4 と Na_2SO_4 の試薬を $K_2O+0.5Na_2O$ 換算でアルカリ量が $0.2\sim 1.0\%$ となるように添加した (表-1)。セメントペーストは $W/C=30\%$ とし、高性能 AE 減水剤 (Mity2000WHZ) をセメントに対して $0.6(C\times wt\%)$ 、消泡剤を $0.01(C\times wt\%)$ 添加した。練混ぜ方法は、各セメントに K_2SO_4 と Na_2SO_4 を必要量添加し手練りで攪拌した後、ホバート型モルタルミキサーを使用して、3分45秒間練混ぜを行った。また、練混ぜ水の温度を調節し、セメントペーストの練り上がり温度が $20\pm 2^\circ C$ となるようにした。

2.2 供試体製造および試験方法

セメントペーストの収縮ひび割れ試験用供試体は、図-1に示すリング状の鋼製拘束型枠で、内リングの内側に4箇所均等にひずみゲージを設置したものである。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、型枠底面にテフロンシート (厚さ $0.5mm$) を敷いた。セメントペースト打込み後、表面仕上げを行ってから水分の逸散を防ぐために供試体上面をポリエ

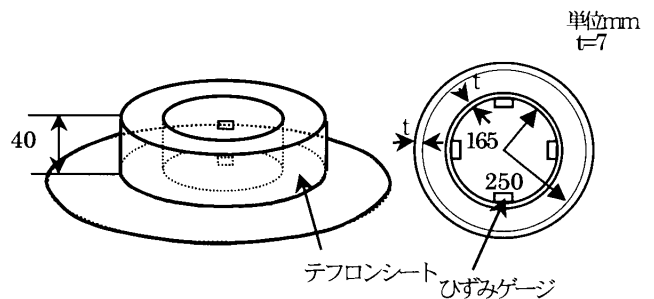


図-1 拘束型枠図

表-1 各セメントのアルカリ含有量

アルカリ量 (%)	$K_2O+0.5Na_2O$	普通セメント(N)				エコセメント(E)						低熱セメント(L)
		0.56	0.60	0.80	1.00	0.20	0.25	0.30	0.35	0.50	0.70	0.385
	K_2O	0.42	0.45	0.60	0.75	0.01	0.0125	0.015	0.0175	0.025	0.035	0.28
	Na_2O	0.28	0.30	0.40	0.50	0.38	0.475	0.57	0.665	0.95	1.33	0.21
試薬添加量 (%)	K_2SO_4	0	0.056	0.333	0.611	0	0.005	0.009	0.014	0.028	0.046	0
	Na_2SO_4	0	0.046	0.275	0.504	0	0.218	0.435	0.653	1.305	2.176	0

キーワード：セメントのアルカリ，収縮ひび割れ，自由収縮ひずみ，乾燥収縮，自己収縮，伸び能力
 〒259-1292 神奈川県平塚市北金目 1117・TEL: 0463-58-1211・FAX: 0463-50-2045

ステルフィルムとラップで覆った。セメントペーストの自由収縮ひずみ測定用供試体の作製は、JCIの方法に準拠して行った。

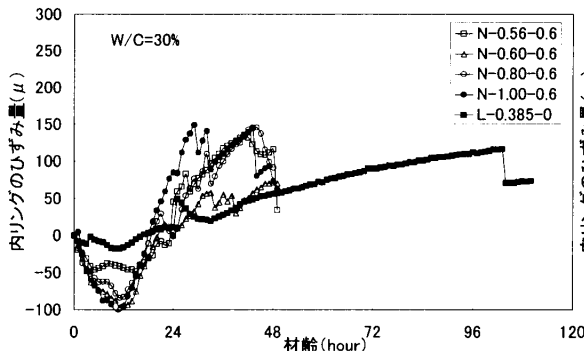


図-2 内リングのひずみ量と材齢の関係

各供試体は、材齢 24 時間まで温度 20℃、湿度 50%の恒温恒湿槽に静置、24 時間後拘束型枠の内リングを除いて脱型し再び恒温恒湿槽に静置して拘束供試体にひび割れが発生するまで、拘束型枠の内リングのひずみおよび自由収縮ひずみ測定用供試体のひずみを測定した。なお、拘束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が急激に減少する時期とした。

3. 結果及び考察

図-2, 3 は、アルカリ含有量を変えた各セメントペーストにおける、収縮ひび割れ試験用拘束型枠の内リングのひずみと材齢の関係を示したものである。図の凡例におけるセメント記号の後の数値は、 $K_2O+0.5Na_2O$ 換算したセメントのアルカリ含有率 (%) - 高性能減水剤の添加量 (C×wt%) である。各供試体とも極初期材齢において引張ひずみが生じているが、これはセメントペーストの水和熱に伴う内リングの膨張ひずみであると思われる。24 時間脱型後は、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に圧縮ひずみが生じ材齢と共に大きくなるが、ある材齢で急激に小さくなっている。これは、セメントペーストにひび割れが発生したために圧縮ひずみ（応力）が急激に解放されたためであると考えられる。そこで各セメントペーストのこの点をひび割れ発生材齢とした。図-4, 5 は、図-2, 3 で測定したひび割れ発生材齢までの各セメントペーストの自由収縮ひずみを示したものである。普通セメントおよびエコセメントとも、 K_2SO_4 と Na_2SO_4 の添加量が多いほど自由収縮ひずみは小さくなっている。図-6 は、ひび割れ発生材齢における自由収縮ひずみとセメントのアルカリ量 ($K_2O+0.5Na_2O$ 換算) との関係を示したものである。セメントの種類に関係なく、セメント中のアルカリ量が小さくなるほど収縮ひび割れ発生時の自由収縮ひずみは大きくなり、ひび割れ抵抗性が向上していることがわかる。

以上の結果は、セメントのアルカリ含有量を小さくすることで、伸び能力が大きく、ひび割れ抵抗性の高い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。

謝辞：研究に使用したセメントは太平洋セメント(株)より提供を受けた。ここに付記し深謝致します。

[参考文献]

1) R. W. Burrows: 202 Observations on Too-Quickly Strong Concrete, pp.16, 2001.

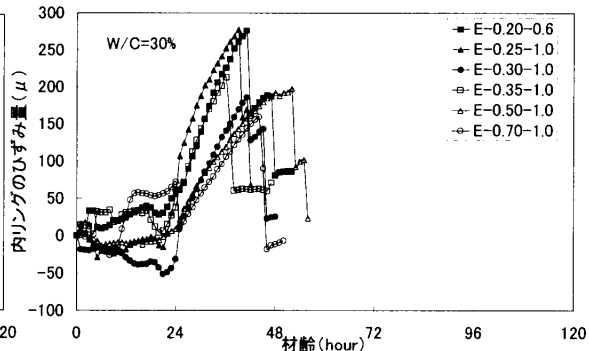


図-3 内リングのひずみ量と材齢の関係

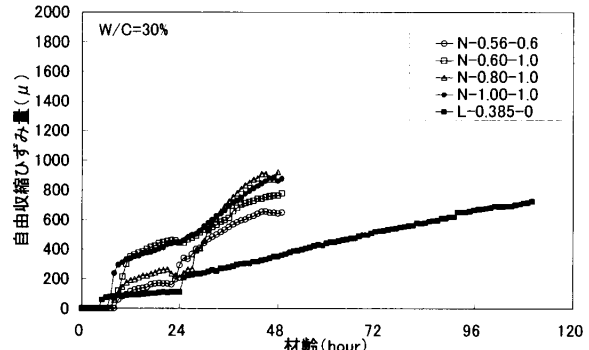


図-4 自由収縮ひずみと材齢の関係

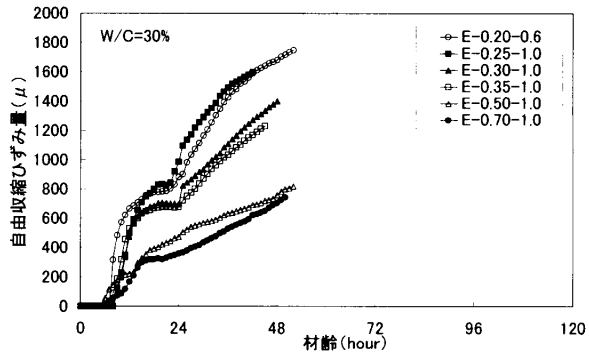


図-5 自由収縮ひずみと材齢の関係

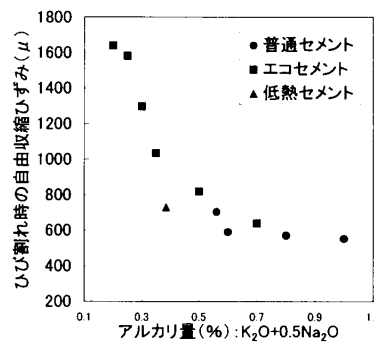


図-6 自由収縮ひずみとアルカリ含有量の関係