

広島大学 正員 田沢 栄一
 “ “ “ 〇米倉 亜州夫
 “ 学生員 森下 全人

1. まえがき

コンクリートの乾燥収縮やクリープは古くから研究されており、これらの機構について多くの理論が提案されてきたが、未だ、1つの理論では全てを説明出来ないといわれている。しかし、どの理論も、乾燥収縮およびクリープに最も影響を及ぼすのは、セメントペースト中の空隙に存在する蒸発性の水分であるとしている点では一致している。又、通常問題となる中高湿度域における乾燥収縮については、毛細管張力理論が有力である。従って、コンクリートのセメントペースト中の細孔径分布や細孔容積を変化させたり、水分の表面張力を変化させたりして、乾燥収縮やクリープを調べることににより、これらの機構の解明に一步近づけるものと思われる。

そこで、本研究では、細孔構造を変化させるため、製造時の養生温度を20~200℃に変化させたコンクリートの乾燥収縮およびクリープを調べ、さらに、表面張力を低減させる乾燥収縮低減剤を用いたコンクリートの乾燥収縮およびクリープも調べ、これらの機構解明のための基礎資料を得ることを目的とした。

2. 実験概要

セメントは早強セメントを用い、瀬戸内海産の水洗した海砂および広島県可部町産の砕石を用いた。乾燥収縮低減剤は比重0.98、pH6±1の有機化合物でセメント重量の4%混入することにより、セメントペーストの上澄液の表面張力を約半分に低減できるといわれている。表-1にコンクリートの配合を、図-1に乾燥収縮およびクリープの供試体の形状と寸法を示す。収縮低減剤を用いない供試体は材令1日で脱型後、表-1に示す養生温度にて、次のように製造した。すなわち、①20℃…材令1日~30日まで20℃の水中で標準養生、②60℃…温水養生(昇温速度20℃/hr、最高温度60℃の水中で3時間保持後、自然冷却)材令2~30日標準養生、③105~200℃…高温高圧蒸気養生(昇温速度60℃/hr、最高温度105、140、180および200℃を5時間保持した後、自然冷却)材令3日より30日まで標準養生の全6種である。乾燥収縮低減剤を用いた場合は、材令1~30日まで標準養生した。乾燥収縮供試体はクリープ供試体と同一形状で、両端面をシールし、4面乾燥とし、クリープの場合と同一条件で乾燥した。クリープの供試体は材令30日で基長および重量の測定後、PC鋼棒にて応力強度比0.3の応力を導入し、温度20℃、湿度45~50%の室内、又は20℃の水中に静置した。長さ変化の測定はコンタクトゲージ(測定長300mm)で100日間行った。

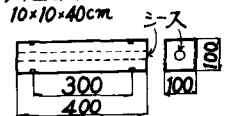
3. 試験結果および考察

1) 製造時の養生温度の相違が乾燥収縮およびクリープに及ぼす影響

表-1 コンクリートの配合

乾燥収縮低減剤 (C×4%)	W/C	S/a	水 W	セメント C	砂 S	砂利 G	減水剤 M	製造時の養生 温度(℃)	
(%)	(%)	(%)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(%)		
なし	50	46	190	380	772	493	0.50	20, 60, 105	
なし	30	43	175	583	668	482	0.65	140, 180, 200	
有	15.2	50	46	190	380	761	486	0.40	20
	23.3	30	43	175	583	658	474	1.00	

1) 乾燥収縮供試体



2) クリープ供試体

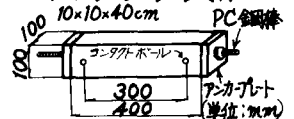


図-1 供試体寸法

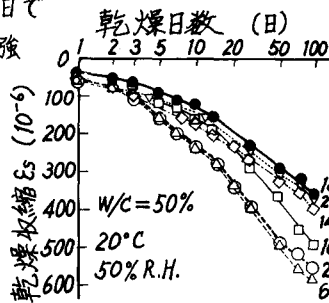


図-2 乾燥収縮-乾燥日数関係

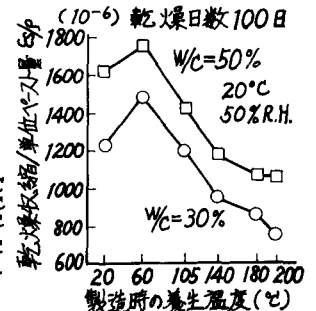


図-3 Es/p-T 関係

図-2の乾燥収縮(ϵ_s)と乾燥日数との関係より、 ϵ_s は製造時の養生温度が20, 60℃の場合より、140~200℃の場合の方が小さく、このことは図-3より一層明らかである。

図-4より、重量変化率は高温であるほど大きい。図-5より、乾燥開始時の圧縮強度 σ_c は、どの養生温度の場合も同一乾において大差ないが、図-6に示すように、弾性係数(E_c)は養生温度が大であるほど小さくなっている。

以上のような結果は、セメントペースト中の細孔構造と密接な関係があるためと思われる。図-7はセメントペーストの細孔径分布(水銀圧入法による)を示したもので、上記のコンクリートの場合と同一養生条件で製造した。オートクレーブ養生した場合の生成物は、ペーストとコンクリートの場合とは相当異なるが、図-7は一応の目安になると思われる。この図より、同一配合において、製造時の養生温度が高くなるほど、細孔容積が増大し、細孔径の大きいものの割合が増している。養生温度が高い場合、 E_c が小さく変形しやすいにもかかわらず ϵ_s が小さいのは、大きな毛細管張力を生じる細孔径25~15Åの細孔が少ないためである⁽¹⁾。図-8は、140~200℃で養生した場合の単位クリープ(E_{sp}/p)が20℃で養生した場合より小さいことを示している。このことより、弾性変形時と持続応力作用時の変形に及ぼす細孔の大きさの影響について、今後一層の検討が必要であるといえる。

2) 乾燥収縮低減剤が乾燥収縮およびクリープに及ぼす影響

図-9, 11より、乾燥収縮低減剤を用いることにより、乾燥収縮が従来の場合の約半分となっているばかりでなく、空中養生した場合のクリープも約半分となっている。又、図-10より、重量変化率は、乾燥収縮低減剤の有無にかかわらずほぼ同じであるので、セメントペーストの細孔径分布は低減剤を混入しても、無混入の場合とほぼ同じといえる。以上のことは、コンクリートの乾燥収縮を毛細管張力理論である程度説明できることの裏付けとなっている。又、図-11より、収縮低減剤を用いることにより、基本クリープも小さくなっていることは、乾燥の場合とは別の要因によって生じていると思われる。

[参考文献](1) 長滝, 米倉: コンクリートの乾燥収縮およびクリープの機構に関する考察

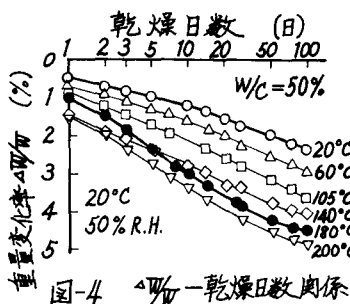


図-4 $\Delta W/W$ - 乾燥日数関係

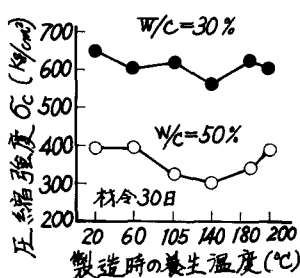


図-5 σ_c - T 関係

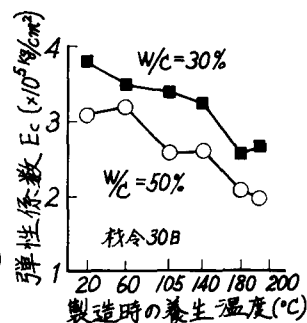


図-6 E_c - T 関係

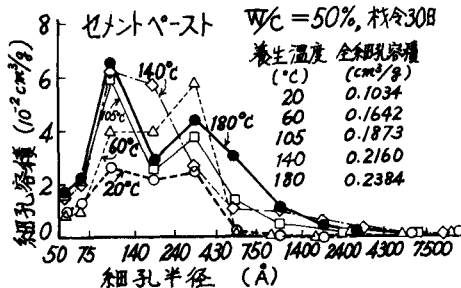


図-7 細孔径分布(セメントペースト)

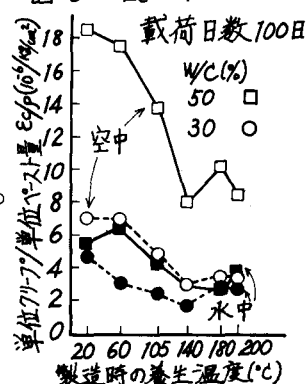


図-8 E_{sp}/p - T 関係

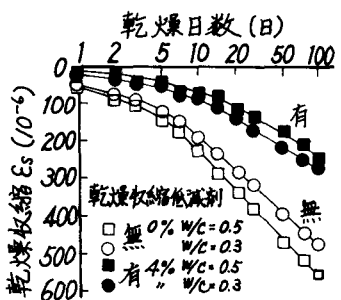


図-9 ϵ_s - 乾燥日数関係

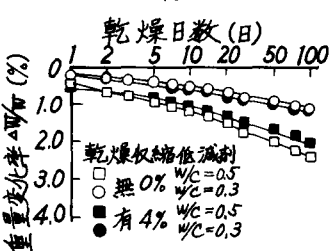


図-10 $\Delta W/W$ - 乾燥日数関係

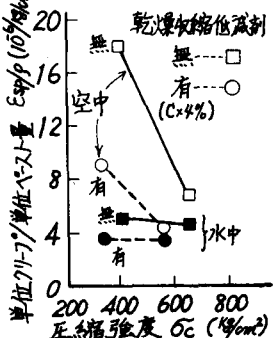


図-11 E_{sp}/p - σ_c 関係