

水砕スラグ微粉末を用いたコンクリートの乾燥収縮およびクリープ

広島大学 正員 米倉 亜州夫
三菱重工業 正員 寺本 尚夫
広島大学 学生員 〇田中 敏嗣

1. まえがき 水砕スラグのセメント混和材としての利用は、省資源省エネルギーという点でのみ注目されているだけでなく、その微粉末はコンクリートの耐久性などを改善するという点でも注目されている。しかし、水砕スラグ微粉末を用いたコンクリートの特性はまだ十分に解明されているとは言えない。本研究では、水砕スラグ微粉末を用い、水結合材比、スラグ粉末度、スラグ置換率、養生方法等を変化させたコンクリートの乾燥収縮およびクリープの特性を調べ、さらに細孔径分布、圧縮強度等との関係により、これらの事象の機構について検討した。

2. 実験概要 セメントは普通ポルトランドセメントを用い、細骨材は広島県入野産山砂、粗骨材は大分県石灰岩碎石を用いた。スラグ微粉末は表-1に示す3種類のものを用いた。表-2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供試体の形状寸法を示す。脱型は材令1日で行ない、養生は標準養生（20℃ 水中）とオートクレープ養生（AC養生）（60℃/hr, 最高温度180℃を5時間保持）を行なった。養生期間は、7日および28日とした。乾燥収縮供試体は両端面をシール材でコーティングし（4面乾燥）、材令7日で基長および重量を測定後、乾燥を開始した。クリープ供試体は材令7日で基長および重量を測定後、応力強度を0.3としてPC鋼棒にて応力を導入し各供試体を恒温恒湿室内（20℃, 50%RH）および20℃の水中に静置した。各供試体の長さ変化はコンタクトゲージにより測定した。

表-1 高炉スラグ微粉末の品質

記号	粉末度 cf/g	平均粒径 μ	比重	ig loss	塩基度
B4	4410	9.9	2.9	0.22	1.96
B5	5680	6.4	2.9	0.29	1.96
B8	7860	2.8	2.9	0.60	1.94

表-2 コンクリートの配合

置換率 %	単位結合 量 kg	単位水 量 kg	セメント kg	スラグ kg	細骨材 kg	粗骨材 kg	ポゾリス cc
R 0	270	190	270	0	813	1002	675
	320	190	320	0	794	979	800
	370	190	370	0	775	956	925
R35	270	190	175	95	809	998	675
	320	190	208	112	789	974	800
	370	190	240	130	770	950	925
R55	270	190	121	149	807	996	675
	320	190	144	176	788	971	800
	370	190	166	204	767	947	925
	475	190	214	261	727	896	1188

3. 実験結果および考察 図-2は、単位ペースト量あたりの乾燥収縮歪（ ϵ_s/ρ ）の経時変化を示した図である。 ϵ_s/ρ は、乾燥初期ではスラグ混入、無混入の差はほとんどないが、長期乾燥日数においてはスラグ混入の場合の方が無混入の場合より小さくなっている。図-3は乾燥日数75日の ϵ_s/ρ と材令75日の圧縮強度との関係を示した図である。この図から、圧縮強度が高いほど ϵ_s/ρ は小さくなる傾向が見られる。また、圧縮強度は細孔径分布と深い関係があると言われているが、図-4は細孔径分布を養生材令ごとに示した図である。この図からスラグを混入した場合のほうが無混入の場合より長期材令においては、細孔径が小さく細孔容積の小さい緻密な組織になっていることがわかる。このため、スラグ混入の場合の圧縮強度は無混入の場合より長期材令では大きくなった。したがって、スラグを混入したコンクリート中のペースト部分が変形しにくくなるため、

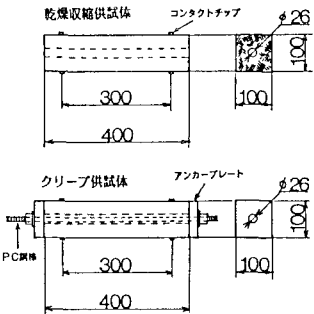


図-1 乾燥収縮供試体およびクリープ供試体

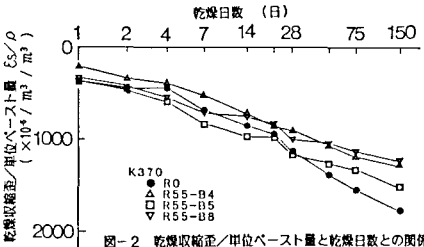


図-2 乾燥収縮歪/単位ペースト量と乾燥日数との関係

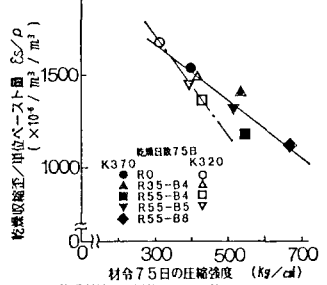


図-3 乾燥収縮歪/単位ペースト量と圧縮強度との関係

図-3のような結果になったものと考えられる。スラグを混入した場合の重量変化率 ($\Delta W/W$) が、無混入の場合より小さくなったが、その理由はスラグを混入した場合の細孔構造が、無混入の場合より緻密になるため、水分が逸散しにくくなったためであると考えられる。図-5は、AC養生した場合の ε_s/ρ と $\Delta W/W$ との関係を示した図である。AC養生した場合の $\Delta W/W$ は同一乾燥日数において標準養生した場合の約2倍になっているのに、 ε_s/ρ は約1/3になっている。これは次のように説明で

きる。すなわち、AC養生した場合の細孔構造は標準養生より粗大になり、収縮に影響を及ぼす微細孔が少ないためであると考えられる。図-6より、養生期間が28日と十分であると ε_s/ρ はスラグ混入の場合のほうが無混入の場合より小さくなっている。図-7は単位ペースト量あたりの単位クリープ (ε_c/ρ) と載荷日数との関係を、水中および空中環境の場合について示した図である。いずれの場合も長期載荷日数では、 ε_c/ρ はスラグを混入した場合のほうが無混入の場合より小さくなっている。図-8は、載荷日数75日の ε_c/ρ と材令75日の圧縮強度の関係を示した図である。この図から、圧縮強度が高いほど ε_c/ρ は小さくなる傾向が見られる。これは図-4に示されているように、スラグを混入した場合の細孔構造は無混入の場合より緻密になり、圧縮強度が高くなるためペースト部分の変形が生じにくくなるためであると考えられる。水結合材比を60、70%と高くすると、逆に ε_c/ρ は長期載荷日数でもスラグ混入の場合のほうが無混入の場合より大きくなった。なお、本研究は昭和60年度科学研究補助金一般研究 (C60550336) によって行ったものである。

4. まとめ 1) コンクリートの乾燥収縮は、養生を十分に行なえば、スラグを混入した場合無混入の場合より小さくなる。2) コンクリートのクリープは、水結合材比を小さくすれば、スラグを混入した場合無混入の場合より小さくなる。

5. あとがき 本研究では、乾燥収縮試験の場合の養生期間はほとんどが7日クリープ試験の場合は全部7日であるため養生期間の検討ができなかった。今後養生期間の相違する場合について検討する必要があると思われる。

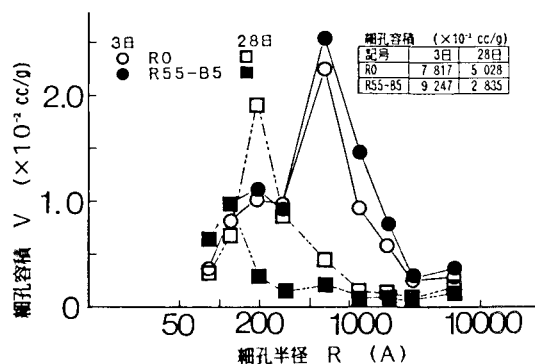


図-4 細孔径分布図

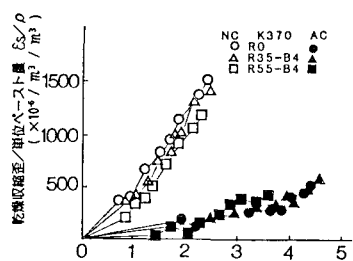


図-5 乾燥収縮率/単位ペースト量と重量変化率との関係

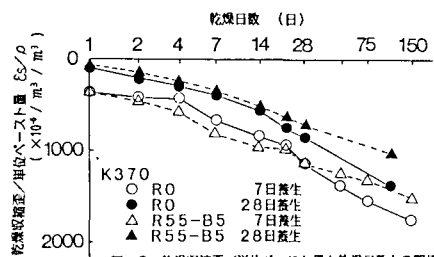


図-6 乾燥収縮率/単位ペースト量と乾燥日数との関係

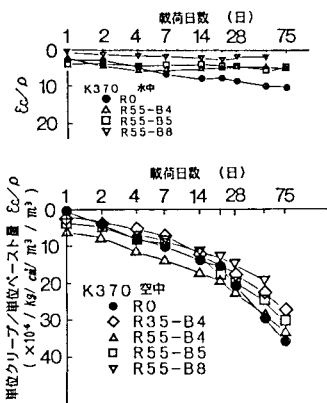


図-7 単位クリープ/単位ペースト量と載荷日数との関係

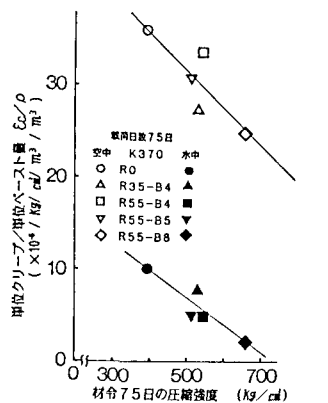


図-8 単位クリープ/単位ペースト量と圧縮強度との関係