

V-236

早強コンクリートの時間依存ひずみに及ぼす配合の影響

九州産業大学 正員 宮川 邦彦

1. まえがき

コンクリートの時間依存ひずみ(乾燥収縮及びクリープ)は種々な影響要因に支配されるが、本報告では、早強ポルトランドセメントを用いたコンクリートの配合条件の違いが時間依存ひずみに及ぼす影響を試的に検討すると共に、コンクリート標準示方書で推奨されているACI-209委員会式及びBazant式と実測値との関係を調べ、その適合性を検討した。

2. 実験概要

本実験では、セメントに早強ポルトランドセメント(比重 3.13)、細骨材に海砂(表乾比重 2.56、吸水率 1.51)、粗骨材に角閃岩碎石(表乾比重 2.96、吸水率 0.61、最大寸法 20 mm)を用い、目標空気量 $A=3\pm 0.5\%$ 、単位粗骨材量 $G=1184\text{ kg/m}^3$ ($g=400\text{ l/m}^3$)を一定として、単位水量 $W=160, 180, 200\text{ kg/m}^3$ 及び単位セメント量 $C=300, 360, 420\text{ kg/m}^3$ と変えた9配合の早強コンクリートを用いて材令3日から時間依存ひずみを実測した。供試体はコンクリート打設1日後に脱型し、2日間の水中養生(温度 $20\pm 1\text{ }^\circ\text{C}$)を行った後、恒温室(温度 $20\pm 1\text{ }^\circ\text{C}$ 、湿度 $65\pm 5\%$)に移して試験に供した。なお、 $W=180\text{ kg/m}^3$ 、 $C=360\text{ kg/m}^3$ の配合に関しては、水中条件下での時間依存ひずみも実測した。時間依存ひずみの測定は $\phi 15\times 30\text{ cm}$ 円柱供試体の中央部に埋設した埋込み型ひずみゲージ(ゲージ長さ 100mm)を用い、クリープ試験はフラットジャッキ式油圧載荷装置で供試体に載荷時強度の1/4程度の一定圧縮応力を導入して行った。

3. 実験結果及び考察

フレッシュコンクリート及び硬化コンクリートの諸特性を表-1に、材令3日の圧縮強度(f_c)及びヤング係数(E_c)とセメント水比(C/W)との関係を図-1に示す。本実験ではコンクリートを6月初旬から7月にかけて打設したため、表-1のように打設時のコンクリート温度に差異を生じたが、図-1に示すように圧縮強度及びヤング係数とセメント水比との関係は、1配合を除外すれば、ほぼ比例関係にあり、この結果から本実験でのコンクリート打設が良好であったと考えられる。ただし、 $W=180\text{ kg/m}^3$ 、 $C=420\text{ kg/m}^3$ の値は、他と比較して明らかに異常値を呈している。これは材料の計量ミスに起因するものと考えられる。従って、以後は同配合の測定結果を無視して考察する。

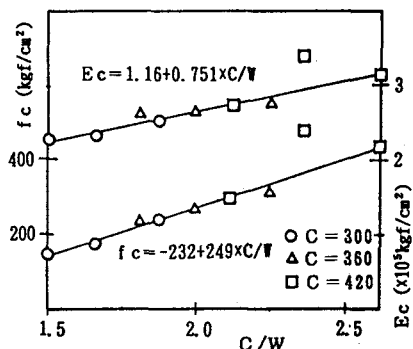


図-1. 力学特性とセメント水比の関係

図-2に測定日数300日後の乾燥収縮ひずみ(ϵ_{sh})及びク

リープ係数(ϕ_t)と単位水量との関係を示す。図示するように二三の実測値を除外すれば、全体的には乾燥収縮ひずみもクリープ係数も単位水量に比例して増大している。ただし、乾燥収縮ひずみの場合は単位セメント量の違いによる影響をあまり受けないが、クリープ係数の場合は明らかに単位セメント量の増加に伴ってその値が低減している。この点に関しては、図-3に示す乾燥収縮ひずみ及びクリープ係数

表-1 コンクリートの諸特性

配合条件	打設温度 °C	空気量 %	スランプ cm	圧縮強度		ヤング係数		
				3日	28日	3日	28日	
W=160	20.5	3.6	3.0	239	348	2.54	2.97	
				C=300	171	326	2.32	2.99
				W=200	143	243	2.28	2.80
C=360	30.0	2.0	4.2	310	425	2.77	3.20	
				W=180	266	410	2.65	3.01
					W=200	232	393	2.65
C=420	22.0	2.3	2.1	428	550	3.15	3.60	
				W=180	479	610	3.40	3.75
					W=200	299	445	2.74

注) 圧縮強度: kgf/cm² ヤング係数: $\times 10^5$ kgf/cm²

と試験開始(材令3日)時の圧縮強度との関係からも明らかである。すなわち、乾燥収縮ひずみと圧縮強度との関係は単位セメント量毎に相違するのに対し、クリープ係数の場合は、 $W=160\text{kg/m}^3$ 、 $C=420\text{kg/m}^3$ の配合を除けば、単位セメント量の違いには関係無く、圧縮強度の増加に伴ってその値が低減している。

図-4、-5に乾燥収縮ひずみの実測値とACI-209委員会式(以後、ACI式と呼ぶ)及びBazant・Panula-II式(以後、BP-II式と呼ぶ)による予測値との関係を示す。図-4に示すようにACI式による予測結果は多少長期の収縮ひずみを過小予測しているが、配合の違いに関してはほぼ妥当である。なお、収縮ひずみの定量的な違いは主に使用した骨材特性の相違に起因するものと考えられる。

一方、BP-II式の場合は配合条件の違いによる影響を過大評価しており、その適用に際してはこの点に留意すべきである。

図-6、-7にクリープ係数の実測値と両式による予測値との関係を示す。図-6に示すようにACI式による予測結果は、実測値自体のばらつきを考慮すれば、ほぼ妥当であると考えられる。一方、図-7に示すBP-II式の場合は、全体的にクリープ係数を過大予測しており、適合性が良好であるとは言い難い。

4. まとめ

本研究の結果を以下に要約する。

- 1) 乾燥収縮ひずみは単位セメント量には無関係に、単位水量に比例して増大する。
- 2) クリープ係数は単位セメント量が増加するほど、また単位水量が減少するほど低減する。
- 3) ACI式は乾燥収縮ひずみ及びクリープ係数をほぼ適確に予測できる。
- 4) BP-II式は配合要因の影響を過大評価しすぎる。

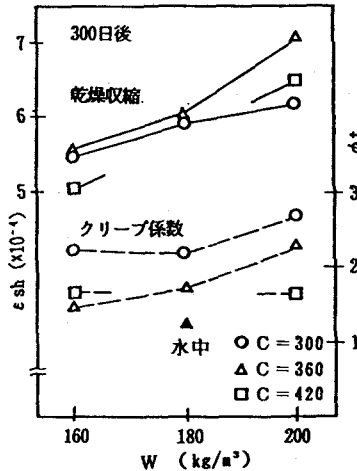


図-2 時間依存特性と単位水量との関係

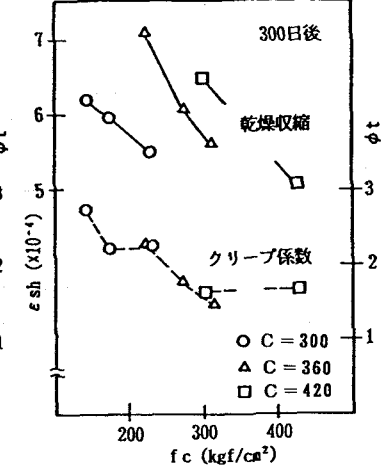


図-3 時間依存特性と圧縮強度との関係

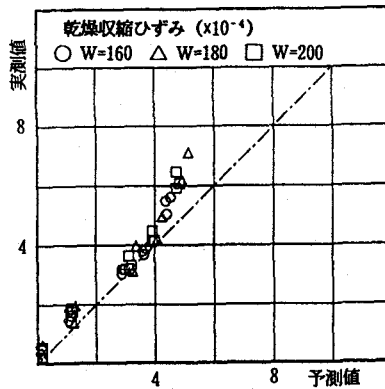


図-4 実測値とACI式との関係

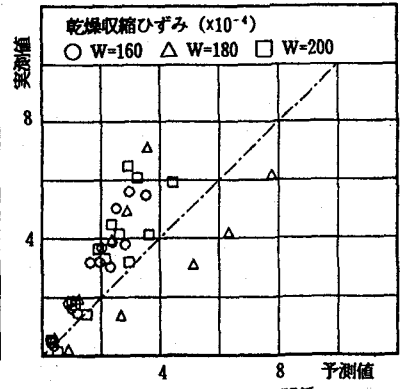


図-5 実測値とBP-II式との関係

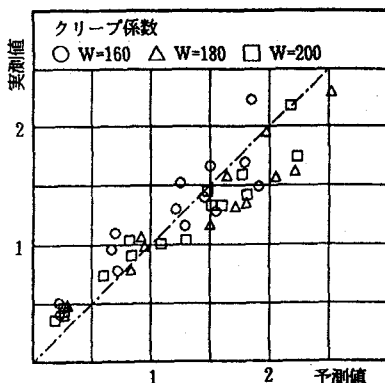


図-6 実測値とACI式との関係

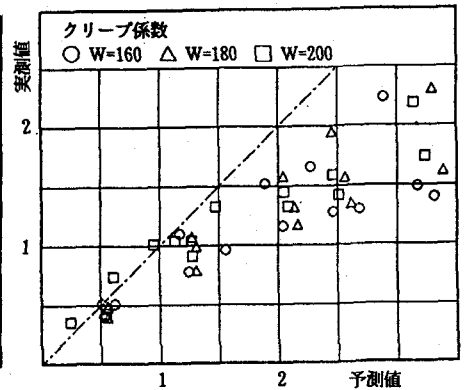


図-7 実測値とBP-II式との関係