

V-223 コンクリートの時間依存ひずみに及ぼすセメントおよび骨材の影響

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（乾燥収縮およびクリープ）は構造部材の変形やひび割れ性状などに大きな影響を及ぼすため、コンクリート構造物を安全でかつ合理的に設計するには、これらの特性値を的確に予測しておくことが大切である。本報告は、ひずみ予測法を確立するための基礎資料として、特にセメントの種類および骨材の品質が時間依存ひずみに及ぼす影響を検討するために行った基礎実験に関するものである。

2. 実験概要

使用材料はセメントに普通（比重 3.16）および早強ポルトランドセメント（比重 3.13）を、骨材には表-1に示す5種類の細、粗骨材を用いた。本実験で使用したコンクリートの種類および力学特性を表-2に示す。時間依存ひずみに関する実験は、所定の材令まで20℃の水槽内で養生した $\phi 15 \times 30$ cm 円柱供試体を用い、影響要因をなるべく少なくするため、同一配合条件（単位水量 $W=180$ kg/m³、単位セメント量 $C=360$ kg/m³、粗骨材容積 $g=400$ l/m³）、同一環境条件（温度 $20 \pm 1^\circ\text{C}$ 、湿度 $65 \pm 5\%$ ）の下で、実験Ⅰでは表-2に示すコンクリート①および②を用いて、時間依存ひずみに及ぼすセメントの種類および材令の影響を、実験Ⅱではコンクリート②～⑤を用いて、骨材品質の影響を検討した。なお、時間依存ひずみの測定には供試体中央部に埋設した埋込み型ひずみゲージ（ゲージ長 100 mm）を用い、クリープ試験はフラットジャッキ式油圧荷重装置で供試体に載荷時強度の1/4程度の圧縮応力度を導入して行った。

3. 実験結果および考察

（1）圧縮強度およびヤング係数について 実験Ⅰから得られたコンクリートのヤング係数と圧縮強度との関係を図-1に、実験Ⅱから得られた結果を図-2に示す。図-1に示するようにセメントの種類には関係なく、ヤング係数は $f_c=500$ kgf/cm²程度まで圧縮強度に比例して増大する。だが、図-2に示すように骨材の品質は圧縮強度には殆ど影響を及ぼさないが、ヤング係数には大きな影響を及ぼし、例えばコンクリート③のヤング係数は⑤のその7割程度である。これは強度特性には適用できない複合則がヤング係数にはほぼ成立するためである。

（2）乾燥収縮ひずみについて 実験Ⅰから得られた時間依存ひずみの測定結果を表-3に、実験Ⅱから得られた結果を表-4に示す。表-3に示すようにコンクリート①の乾燥収縮ひずみは②のそれより若干大きい程度で、測定日数が増加しても両者のひずみ差があまり変わらないことから、長期的にはセメントの種類による影響は無視できるようである。だが、表-4に示すように骨材の品質は乾燥収縮ひずみに大きな影響を及ぼし、コンクリート③の乾燥収縮ひずみは⑤のその2倍以上で、前述のヤング係数に及ぼす影響より更に大きい。なお、乾燥収縮ひずみはコンクリート⑤、④、②、③の順で大きくなっているが、これは図-3に示すようにコンクリートのヤング係数とは逆の順序であり、骨材の拘束効果に起因するものと考えられる。

表-1 骨材の諸特性

骨材	材	表乾比重	吸水率(%)	粗粒率
細骨材	海砂	2.57	1.26	2.93
	川砂	2.52	3.52	3.00
粗骨材	角閃岩	2.98	0.61	6.81
	安山岩	2.73	0.75	6.65
	石灰岩	2.70	0.21	6.59

注) 粗骨材は総て最大寸法 20 mm の碎石

表-2 コンクリートの種類および力学特性（単位 kgf/cm²）

種類	使用材料			圧縮強度		ヤング係数(×10 ⁵)	
	セメント	細骨材	粗骨材	7 日	28 日	7 日	28 日
①	早強	海砂	角閃岩	379	460	2.89	3.04
②	普通	海砂	角閃岩	224	345	2.31	2.73
③	普通	川砂	角閃岩	190	326	1.98	2.49
④	普通	海砂	安山岩	211	336	2.60	3.10
⑤	普通	海砂	石灰岩	233	330	3.00	3.48

（3）クリープひずみについて

表-3に示すように測定日数 200日のコンクリート①の単位クリープひずみは②のその6割程度であり、測定日数が増加するほどその割合は低減するようである。また、表-4に示すように骨材の品質が単位クリープひずみに及ぼす影響は定性的には乾燥収縮ひずみの場合と同様であるが、図-4に示すように単位クリープひずみは載荷時のヤング係数と密接な関連性を有しており、例えばコンクリート③の単位クリープひずみはヤング係数がほぼ等しい②の載荷時材令3日の結果と、また④のそれは同様に載荷時材令28日の結果とほぼ一致している。従って、骨材の品質が時間依存ひずみに及ぼす影響は載荷時材令の影響に置き換えることができるようである。ただし、この結果に関しては更に多くの実験で詳細に検討すべきである。

4. むすび

本実験では使用材料がひずみ特性に及ぼす影響を検討してきたが、以上の結果から特に骨材の品質が重要であることが判明した。この結果と最近の我が国に於ける骨材事情の悪化を勘案すると、今後は骨材の品質がひずみ特性に及ぼす影響を的確に予測できるような方法を検討すべきである。

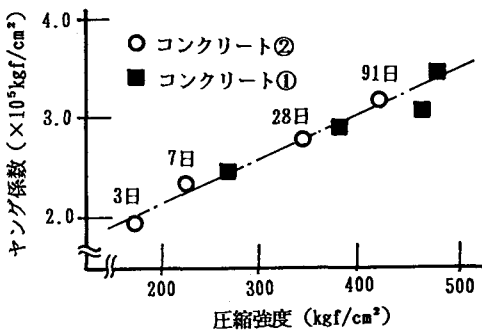


図-1 ヤング係数と圧縮強度との関係

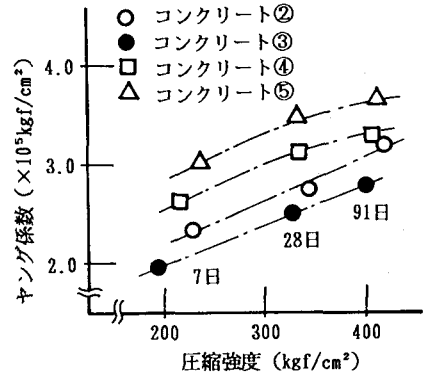


図-2 ヤング係数と圧縮強度との関係

表-3 セメントの種類と時間依存ひずみの関係

種類	材令	測定日数		
		10日	100日	200日
①	3日	232 (3.50)	546 (5.25)	667 (6.10)
	7日	232 (2.60)	542 (4.36)	658 (5.02)
	28日	241 (2.34)	518 (4.24)	618 (4.77)
②	3日	187 (5.73)	504 (10.2)	620 (11.1)
	7日	178 (3.85)	489 (6.98)	605 (8.44)
	28日	185 (2.67)	491 (5.46)	601 (7.03)

注) () 外は乾燥収縮ひずみ ($\times 10^{-6}$)
() 内は単位クリープ ($\times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{kgf}$)

表-4 骨材の品質と時間依存ひずみの関係

種類	測定日数		
	10日	100日	200日
②	178 (3.77)	480 (6.67)	605 (8.17)
③	230 (5.40)	597 (7.54)	724 (11.1)
④	155 (3.20)	477 (5.97)	599 (7.13)
⑤	95 (2.33)	284 (4.82)	356 (6.15)

注) () 外は乾燥収縮ひずみ ($\times 10^{-6}$)
() 内は単位クリープ ($\times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{kgf}$)

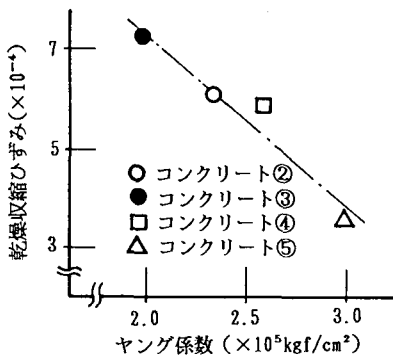


図-3 乾燥収縮ひずみとヤング係数との関係

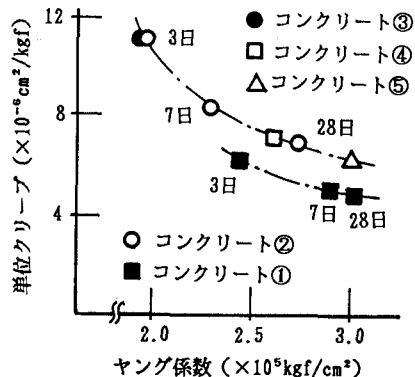


図-4 単位クリープとヤング係数との関係