

単位セメントペースト量と水セメント比に着目した若材齢コンクリートの引張クリープ特性

名古屋工業大学 学生員 ○新美 利典
同 上 正会員 糸山 豊
同 上 正会員 梅原 秀哲

1. まえがき

若材齢コンクリートのクリープを定量的に評価することは、コンクリート構造物に発生する温度応力を精度よく予測するために重要である。これまでに、載荷材齢、応力強度比および養生・載荷温度等がコンクリートのクリープに与える影響について検討を行い、そのモデル化が図られてきたが^[1]、配合に関する検討は十分になされていない。クリープに影響を与える配合要因は、クリープ発生の主要因と考えられているセメントペースト(以下、ペーストと称す)と密接に関連していることが考えられる。そこで本研究では、ペースト部分が引張クリープに及ぼす影響をより明確にするとともに、その評価について、実験および既往の研究をもとに検討を行った。

表 1 示方配合

2. 引張クリープ試験方法

表 1 に示方配合を示す。配合 1A-b、1B-b および 2-a は同一であり、この配合を基本配合とした。シリーズ 1 は、水セメント比一定のもとで単位ペースト量を変化させた配合であり、細骨材率一定のシリーズ 1A、粗骨材量(単位モルタル量)一定のシリーズ 1B、基本配合のモルタル部分、ペースト部分と同一配合であるモルタルおよびペーストのシリーズ 1C を設定した。シリーズ 2 は、単位ペースト量一定のもとで水セメント比を変化させた配合である。また、混和剤に関しては、混和剤により各配合間においてペースト部分の性質に違いの出ることを避けるため、用いないこととした。供試体は、中心部分が $\phi 7.5 \times 13.4\text{cm}$ のドッグボーン型を用い、打設後、約 24 時間で脱型し、水分の蒸発防止のためアルミテープで覆った後、材齢 3 日まで、温度 30℃、湿度 98%の湿潤養生槽内で養生した。養生後、応力強度比 40%とし、試験を行った。載荷期間は 5 日とし、全工程において温度 30℃、湿度 98%とした。

3. 引張クリープ試験結果

図 1 にシリーズ 1 における引張クリープひずみの経時変化の一例として、シリーズ 1A の結果を示す。載荷期間の経過に伴い、クリープひずみの増加が認められ、単位ペースト量が多くなるにしたがって、クリープひずみの伸びも大きくなっている。ここで、他と傾向の異なる配合 1A-a に関しては、フレッシュ性状が悪く、供試体の成形精度による影響が大きいと判断し、以下の検討の対象から除外することとした。また、シリーズ 1B、1C に関しても同様の結果が得られた。図 2 にシリーズ 2 における引張クリープひずみの経時変化を示す。載荷期間の経過に伴い、クリープひずみの増加が認められ、水セメント比が大きくなるにしたがって、クリープひずみの伸びも大きくなっている。

シリーズ	パラメータ	条件	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)				単位ペースト量 (l/m ³)
					W	C	S	G	
1A-a	単位ペースト量	細骨材率一定	40	44.6	167	419	779	1021	315.0
1A-b					187	468	739	969	350.0
1A-c					207	516	699	917	385.0
1A-d					229	572	654	857	425.0
1B-a		粗骨材量(単位モルタル量)一定	40	44.6	47.0	170	426	816	320.0
1B-b					44.6	187	468	739	350.0
1B-c					41.4	207	516	650	385.0
1B-d					37.4	229	572	548	425.0
1C-a	水セメント比	モルタル	40	100	295	736	1166	0	543.0
1C-b		ペースト	40	—	550	1735	0	0	1000.0
2-a		単位ペースト量一定	40	44.6	187	468	739	969	350.0
2-b			45	44.6	197	437	739	969	350.0
2-c			50		205	410			

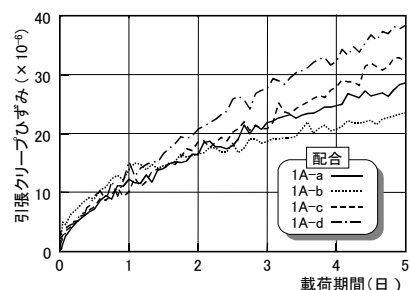


図 1 クリープひずみ挙動 (シリーズ 1A)

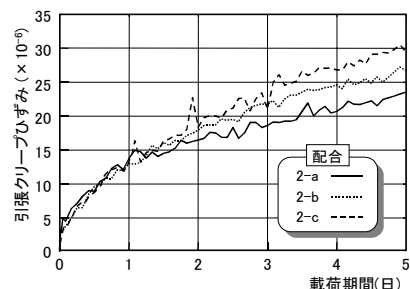


図 2 クリープひずみ挙動 (シリーズ 2)

Key word 若材齢、引張クリープ、セメントペースト、温度応力

〒466-8555 名古屋市昭和区御器所町 名古屋工業大学社会開発工学科

052-735-5502 Fax 052-735-5503

4. 引張クリープに影響を与える配合要因

4.1 単位モルタル量の影響

入矢らは、モルタル部分の配合を一定とし、単位モルタル量を変化させたクリープ試験を行っており、クリープひずみと単位モルタル量は線形関係にあるとしている^[2]。図3にシリーズ1における最終クリープひずみと単位モルタル量の関係を示す。ここで、最終クリープひずみとは、載荷開始後5日目におけるクリープひずみの値である。両者の間に線形関係は認められず、特にシリーズ1Bにおいては、単位モルタル量が一定であるにも関わらず、単位ペースト量が多い配合ほど、クリープひずみは増加する傾向にある。このことから、クリープひずみと単位モルタル量に線形関係が成立するのは、モルタル部分の配合が同一の場合に限られ、一般的な利用には適さないといえる。

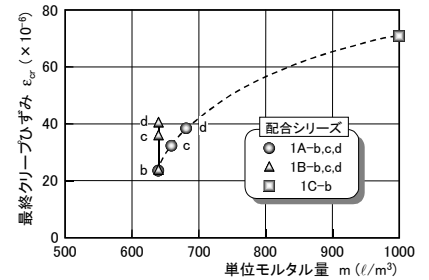


図3 単位モルタル量の影響

4.2 単位ペースト量の影響

図4にシリーズ1における最終クリープひずみ $\epsilon_{cr} (\times 10^{-6})$ と単位ペースト量 $p (\ell/m^3)$ の関係を示す。両者の間には線形関係が成立し、次式で表される。

$$\epsilon_{cr} = 0.253p - 66.41 \quad (1)$$

また、単位骨材量を $a (\ell/m^3)$ とすると、 $p+a=1000$ であり、配合1C-bのペーストの最終クリープひずみが $186.89 (\times 10^{-6})$ であることから、式(1)は以下のように変形することができる。

$$\epsilon_{cr} = 0.187p + 0.066p - 66.41 = 0.187p - 0.066a \quad (2)$$

式(2)において、 $0.187p$ 、 $-0.066a$ は、それぞれペースト部分、骨材部分がクリープに与える影響を表す項であり、クリープはこれら2材料の影響で示することができる。このことは、一般的にいわれる、クリープはペースト部分で発生し、骨材部分によって拘束されるという理論を定量的に評価できたものと考えられる。

また図4より、シリーズ1Bにおいて、各配合で細骨材率が異なるにも関わらず線形関係が成立することから、クリープに対する細骨材率の影響は、単位ペースト量の影響と比較して小さいといえる。

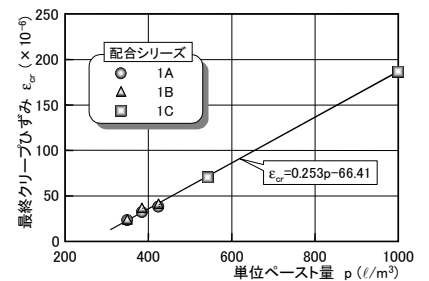


図4 単位ペースト量の影響

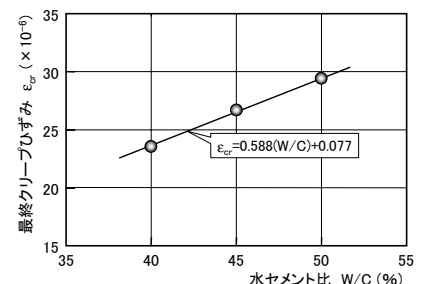


図5 水セメント比の影響

4.3 水セメント比の影響

図5にシリーズ2における最終クリープひずみ $\epsilon_{cr} (\times 10^{-6})$ と水セメント比(%)の関係を示す。両者の間には比例関係が成立し、次式で表される。

$$\epsilon_{cr} = 0.588(W/C) + 0.077 \quad (3)$$

シリーズ2においては、単位ペースト量を一定としており、水セメント比が大きくなるにしたがい、水に対して反応するセメント量が減少し、コンクリート中の未反応水が増加することから、水セメント比に比例してクリープひずみが増加したものと考えられる。

5. まとめ

クリープに対する配合要因の影響に着目した本研究より得られた知見は、以下のようにまとめられる。

- (1) 応力強度比、W/C一定下では、単位ペースト量と最終クリープひずみの間に線形関係が成立する。
- (2) 単位モルタル量と最終クリープひずみの間には、明確な関係が認められない。
- (3) 応力強度比、単位ペースト量一定下では、W/Cと最終クリープひずみの間に比例関係が成立する。

今後は、単位ペースト量と水セメント比の相互関係を明確にする必要があるといえる。

【参考文献】[1]入矢ら：若材齢コンクリートの引張クリープに関する研究，土木学会論文集，V43，pp201～213，1999.5

[2]入矢ら：若材齢コンクリートの圧縮クリープと引張クリープの比較に関する研究，土木学会論文集，V40，pp105～117，1998.8