

九州大学工学部 正 員 石川 達夫

大学院 学生員 〇江崎 哲郎

まえがき コンクリートのクリープに関する基本的性質の1つに, “クリープ量は, 応力に比例し, 圧縮に対しても引張に対しても等しい.” という *Davis-Grannville* の法則があるが, クリープ変形が, ゲル中の水分の移動 (結晶構造の塑性変形), マイクロクラックの進展などが主たる原因と考えるならば, 圧縮クリープと引張クリープは, 必ずしも同一ではないと考えられる。

コンクリートのクリープについては, そのほとんどが一軸圧縮試験によるクリープと関連づけられている。このことは, 一軸圧縮試験が比較的容易であり, 現実の問題として広く適用できるからであろう。引張クリープについては, 直接に重要なものではないが, 鉄筋コンクリート部材の収縮応力など, コンクリートに引張応力が働く場合は少なくなく, クラック発生の可能性, 許容引張応力の見積などには, 引張強度と共に, 引張荷重による時間依存の変形が重要であると考えられるが, 実験の困難な理由もあって, 研究は少なく, 不明な点が多い。ここでは, 純引張荷重をうけるコンクリートのクリープの測定を行ない, 圧縮クリープとの比較など若干の考察を試みた。

1. 供試体の作製

材料と配合 コンクリートの材料は, 早強セメント (比重 3.13), 細骨材: 海の中道産海砂 (比重 2.54, F.M. 3.34), 粗骨材: 久原産角肉岩 (比重 2.94, 最大寸法 20mm) である。配合, 強度等は表-1 に示す。なお, 引張強度は圧縮試験, 弾性係数は圧縮強度 1/3 点における *secant modulus* である。

供試体の形状および打設 引張テスト用の供試体は, 図-1 に示す様な鼓型で, 中央部分が断面積 50 cm^2 の円断面である。圧縮テスト供試体は $\phi 10\text{ cm} \times 40\text{ cm}$ の円筒形で, 各々同一形状寸法の乾燥収縮測定用の供試体と共に同一バッチで打設し, 材令 7 日の載荷日まで標準養生した。

2. クリープテスト

載荷装置とひずみ測定 引張テストは, テコ式の持続載荷装置によって載荷し, ひずみ測定は, 図に示す様に供試体中央部左右に取付けた $\frac{1}{1000}\text{ mm dial gage}$ (標長 250mm), *wire gage* と併用した。一方圧縮テストは一軸圧縮用載荷枠によって載荷し, ひ

表-1. コンクリートの配合・強度

	水セメント比 W/C (%)	細骨材 率 S/a (%)	単 位 量			
			水 W (kg)	セメント C (kg)	細骨材 S (kg)	粗骨材 G (kg)
配合 A	40	38	152	380	672	1270
配合 B	50	38	140	280	715	1350

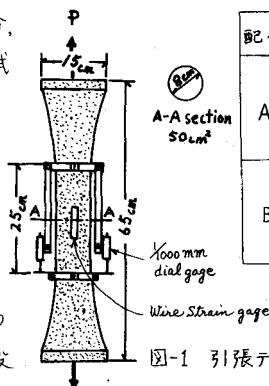


図-1 引張テスト用供試体

配合	材令 (日)	圧縮強度 (kg/cm²)	引張強度 (kg/cm²)	弾性係数 ($\times 10^4 \text{ kg/cm}^2$)
A	3	446	34.9	2.62
	7	567	39.8	3.05
	28	644	44.2	3.42
B	3	205	19.6	1.99
	7	314	25.2	2.26
	28	402	28.8	2.93

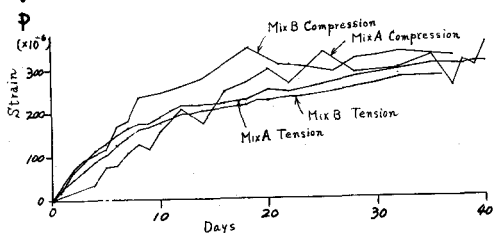


図-2. 乾燥収縮ひずみ-時間曲線

すみは、Whitmore ひずみ計 (検査 250mm). wiregape
によった。

測定結果および考察 図-2に乾燥収縮ひずみの測定結果、図-3に引張、圧縮各々のひずみ時間曲線を示す。ここで点線で示した曲線は、クリープが双曲線式 $\epsilon_c = \frac{t}{a+bt}$ で近似されると仮定して最小自乗法で求めた実験式による値であり、その係数の値および、これより推定される最終値を表-2に示す。また、単位応力当りのクリープ-時間曲線を図-4に、クリープ係数-時間曲線を図-5に示す。これらによれば、引張クリープは、単位応力、クリープ係数に関して、圧縮クリープの約2~3倍の値を示している。これは、前述の水分の移動などクリープ変形の原因が、引張に於ては異なった挙動を示すためと考えられる。

また、配合AはBに比して強度は約1.6倍であるが、クリープひずみに、ほとんど差異をみない。これは、クリープ変形の大部分を占めているセメントペーストが配合Aは20%多いが、配合Bはペーストの強度が小なので大きなクリープを生じ、これらが打消し合って、同じ位の値を示していると考えられる。図-6にクリープ速度の変化状況を示す。これによると、初期において引張が大きい速度を示している。

あとがき 引張テストは、コンクリートの引張強度が小さく、荷重が僅かなので、それに伴うひずみ変化も小さく、乾燥収縮による縮みが、その数倍に達するため、乾燥収縮の変化に大きく影響される。また、応力の均等な分布がなされているかどうか疑問である。これは、載荷装置はもちろんであるが、供試体のつめこみ、供試体の各部分の平均的な乾燥収縮にも原因があると考えられる。過去における、

引張クリープの研究によると、圧縮クリープに比して、同じかや、大きい程度で様々であるが、Davis-Grannvilleの法則は疑問点がある。また曲げ引張の場合のクリープと純引張のクリープとの関係も検討を試みるつもりである。本実験は九大土木4年生 清水宏君の多大な協力を得て行なったものであり、ここに感謝の意を表します。

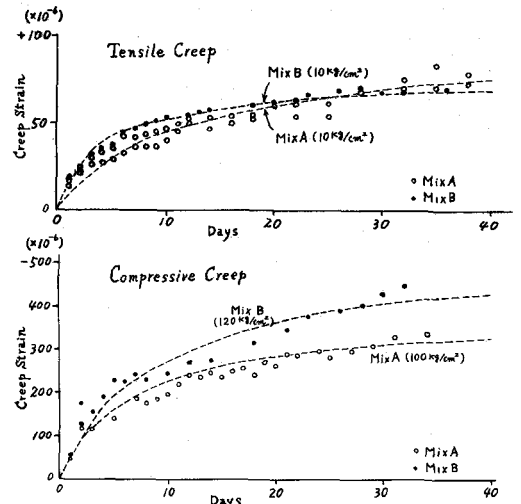


図-3. クリープひずみ-時間曲線

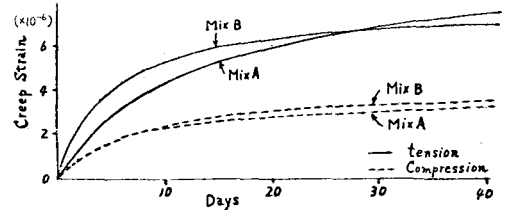


図-4. 単位応力当りのクリープひずみ-時間曲線

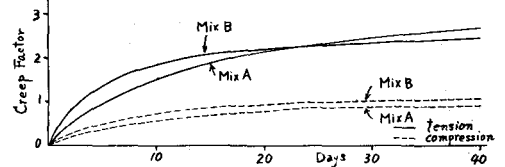


図-5. クリープ係数-時間曲線

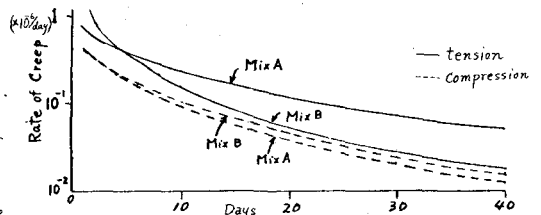


図-6. クリープ速度の変化

表-2. 実験式の係数及び推定最終値

配合	荷重 (kg/cm ²)	実験式の係数		推定最終値		
		a	b	クリープひずみ (x10 ⁻⁴)	クリープ係数	単位応力当り クリープ (x10 ⁻⁵)
A	引張10	0.132	0.0101	99	3.6	10
	圧縮100	0.017	0.0027	370	1.2	4
B	引張10	0.060	0.0129	78	3.0	8
	圧縮120	0.017	0.0019	526	1.1	4