

若材令モルタルの一軸圧縮試験における載荷速度の影響

名城大学 正会員 石川靖晃
名城大学 正会員 菊川浩治

1. まえがき

一般にコンクリート材料は、打設直後から水和反応が始まり、ある程度の時期を経て徐々に硬化していく。言い換えれば、打設直後においては、コンクリートはBingham流体として存在し、材令が経つにつれ固体に遷移していく。その間いわゆる若材令時においては、コンクリートはBingham流体および固体の中間的な物質として存在するであろう。若材令時の挙動は後の硬化後の挙動に初期応力問題として著しく影響を及ぼすため、それらに関する研究は国内外を問わず多く行われている。そのひとつに田辺らの粘塑性モデルがある¹⁾。彼らはそのモデルにおいて粘性の影響で軸ひずみ速度が速くなるほど一軸圧縮強度は大きくなるということを報告している。本研究ではそのモデルの妥当性を実験的に示すため、比較的作製時の誤差が小さいと思われる若材令モルタル供試体に対して載荷速度を変化させて一軸圧縮試験を行った。

2. 粘塑性モデルについて

田辺らは粘塑性ひずみ増分 $d\epsilon_{ij}^{vp}$ を次式で定義した¹⁾。

$$d\epsilon_{ij}^{vp} = \gamma \cdot dt \cdot F(\sigma_{ij}) \cdot \frac{\partial F}{\partial \sigma_{ij}} \dots\dots\dots (1)$$

ここで γ は粘性係数、 σ_{ij} は応力テンソル、 $F(\sigma_{ij})$ は粘塑性ポテンシャル、 dt は時間ステップ増分である。この式を用いることにより時間依存挙動を考慮することができる。

式(1)を用いて一軸状態で適当に物性値を選んで数値実験を行った結果を図-1に示す。図-1より明らかにひずみ速度が速いほど応力が大きく発生することが分かる。しかし、この結果は解析上のものであり、実際にこのような現象が起こり得るかどうかという疑問があった。そこで、以下に述べるような実験を行った。

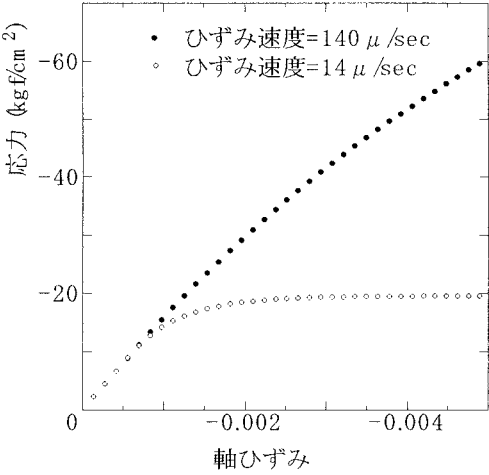


図-1 一軸圧縮試験数値実験結果

3. 載荷速度を変えた一軸圧縮試験

若材令モルタルに対して一軸圧縮試験を行った。供試体は全て4cm×4cm×4cmの立方体である。実験ケースは水セメント比=40、50および60%の3パターン、また材令=1、1.5、2および3日の4パターン、全部で12パターンである。配合は表-1に示したとおりである。

表-1 配合パターン

パターン	単位水量(kg/m³)	単位セメント量(kg/m³)	単位砂量(kg/m³)
水セメント比=40%	363	908	908
水セメント比=50%	415	830	832
水セメント比=60%	461	768	768

供試体は所定の材令まで水温 $20 \pm 3^{\circ}\text{C}$ の水槽で水中養生された後、100t万能試験機で一軸圧縮試験を行った。載荷の際、載荷速度はほぼ一定となるように油圧を制御し、荷重がピークとなるまでの時間をストップウォッチで測定した。ここで載荷速度に対して2つのパターンを設定した。一つは荷重がピークとなる時間がほぼ5秒でもう一つはほぼ50秒である。ここではそれらをそれぞれtype-1およびtype-2と呼ぶことにする。

実験結果を図-2~4に示す。明らかなことではあるが、水セメント比が大きくなるほど圧縮強度は小さくなる。一方、材令と圧縮強度との関係は材令1.5日のデータを除いて材令が経つにつれ一軸圧縮強度は増加する。しかしながらどのケースにおいてもばらつきこそあれ、type-2の一軸圧縮強度はtype-1に比べ小さく発生しているように思われる。各パターンの平均一軸圧縮強度を計算したところ各パターン共、type-2の平均一軸圧縮強度はtype-1のものに比べ10~15%程度低下している。

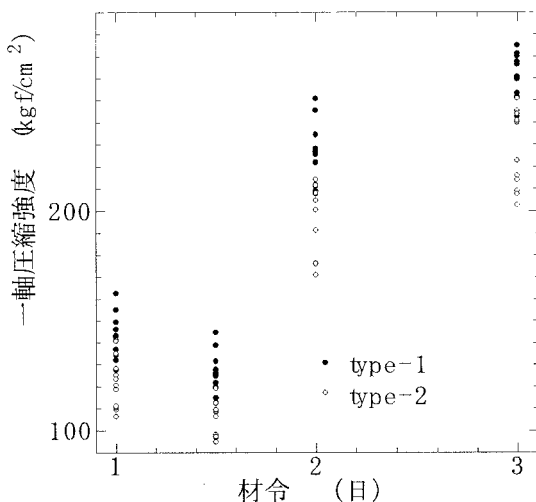


図-2 試験結果（水セメント比 40%）

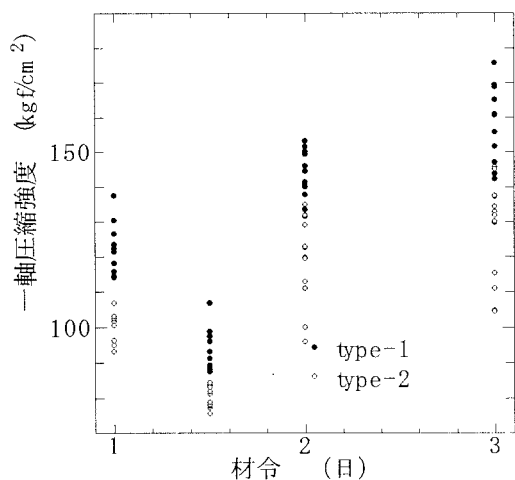


図-3 試験結果（水セメント比 50%）

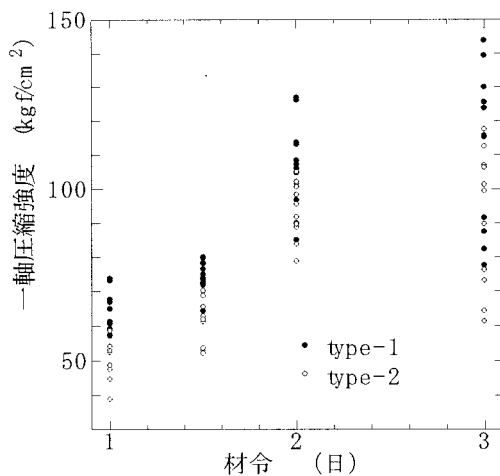


図-4 試験結果（水セメント比 60%）

4. あとがき

以上、モルタル供試体に対しては実験的にも、載荷速度が遅いほど一軸圧縮強度は低下することが確かめられた。

参考文献

- 1) T. TANABE and Y. ISHIKAWA: Visco-Plastic Modeling of Early Age Concrete and Interface Characteristics, Computational Modelling of Concrete Structures, Proceedings of EURO-C 1994 International Conference held in Innsbruck, Vol. 1, pp. 445-459, Austria 22nd-25th March, 1994