

高強度コンクリートのクリープ性状に及ぼす粗骨材品質の影響

九州大学大学院 学生会員 中江孝士
九州大学工学部 正会員 鶴田浩章
九州大学工学部 フェロー 松下博通
(株)ピー・エス 正会員 中村 修

1. はじめに

構造物の高強度化に伴い、水結合材比が小さく、また施工性の面から高炉スラグ微粉末などの混和材を多量に使用した高流動・高強度コンクリートが重要視されている。粉体量が多くなると収縮変形が大きくなり、構造物のひび割れの主な原因となる。コンクリート中において粗骨材は収縮変形に対する拘束効果があり、粗骨材品質がコンクリート強度等に影響を及ぼすことが考えられる。本研究では4種類の粗骨材を使用し、各々の諸物性がコンクリート強度及びクリープに及ぼす影響について検討した。また単位粗骨材容積を変化させ、クリープに対する拘束効果の影響を検討した。

2. 実験概要

2.1 使用材料

セメントには普通ポルトランドセメント(密度 3.15g/cm³、比表面積 3300cm²/g)、混和材料には高炉スラグ微粉末(比重 2.89、比表面積 6000cm²/g)、混和剤にはポリカルボン酸系高性能AE減水剤(比重 1.04)を使用した。細骨材には海砂(比重 2.58、粗粒率 3.08)を用いた。使用した粗骨材の諸物性を表-1に示す。

表-1 粗骨材の諸物性

岩質	比重	吸水率 (%)	破碎値 (%)	すりへり減量 (%)
安山岩	2.73	0.72	9	10.0
結晶片岩	2.81	0.52	13	15.7
角閃岩	2.73	1.00	17	21.6
人工軽量骨材	1.46	12.6	36	—

2.2 配合

基準の配合は水結合材比(W/B)を 28%、単位水量 170kg/m³、s/a=45.7%、単位粗骨材容積 V_g=330 l/m³、スラグ置換率を 50%とした。また高性能AE減水剤添加率を B×1.0%とし、粗骨材は角閃岩を基準とした。単位粗骨材容積は V_g=330、230、130 l/m³の3段階に変化させた。

2.3 供試体作製及び養生方法

クリープ供試体は 10×10×40cm の角柱とし、供試体断面中心にφ30mm のシース管を設置した。供試体は打設後室温 20±2℃、湿度 90±5%の室内に保管し、水分の蒸発を防ぐために打設面を湿布及びビニールシートで覆った。打設後 24 時間で脱型し、材齢 28 日まで水中養生を行った。載荷後は室温 20±2℃、湿度 60±5%の恒温恒湿室内に保管した。また乾燥収縮ひずみを測定するために、無載荷用の供試体をクリープ供試体と同一条件で養生・保管した。各々要因ごとに2本ずつ作製した。圧縮強度試験用供試体はφ10×20cm の円柱供試体とし、クリープ供試体と同一条件で材齢 28 日まで養生した。

2.4 載荷方法

材齢 28 日の時点において、温度 20℃、湿度 60%の室内にて載荷した。センターホールジャッキでφ17mm のPC鋼棒を引っ張ることにより、供試体に圧縮応力を導入した。載荷は供試体の圧縮ひずみ、すなわち弾性変形量=500×10⁻⁶を目標として行った。その際、載荷面の凹凸をなるべく少なくするようアンカープレートと供試体載荷面の間にエポキシ樹脂を薄く塗布した。

2.5 測定方法

①載荷直後から載荷後 6 時間まで：コンクリートのひずみは供試体に貼付したひずみゲージ(測長：60mm)

により測定し、コンクリートに加わる応力はP C鋼棒に貼付したひずみゲージ(測長：5mm)の値より算出した。同時にクリープ供試体と同一条件で養生・保管された無載荷の供試体から乾燥収縮ひずみを求めた。

②載荷後6時間以降：室温 $20\pm2^{\circ}\text{C}$ 、湿度 $60\pm5\%$ の恒温恒湿室内に保管し、コンクリートのひずみはコンパレータ(基長 340mm)で測定し、乾燥収縮ひずみは同一条件で養生・保管された無載荷供試体からクリープ供試体と同様にし求めた。

3. 実験結果及び考察

3.1 粗骨材品質の影響

図-1に粗骨材物性と圧縮強度の関係を示す。破砕値、すりへり減量ともに小さいほど圧縮強度が大きくなる傾向にあり、破砕値とすりへり減量が圧縮強度との相関性が高いことが分かる。図-2に破砕値と単位クリープの関係について示す。本研究においては載荷日数の経過とともに導入応力が減少するため、「コンクリートの持続応力がその強度の

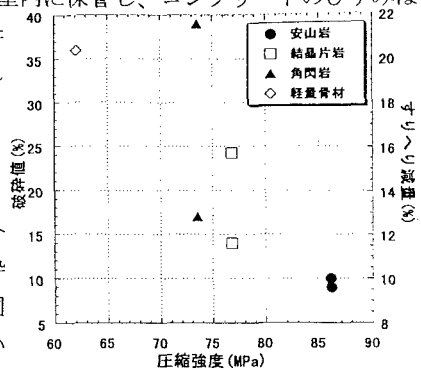


図-1 粗骨材物性と圧縮強度の関係

1/3 程度以内であれば、クリープひずみは応力に比例する。」という Davis-Granville の法則に基づいて、載荷応力の減少を考慮して単位クリープを評価の指標とした。この図より破砕値が大きくなると単位クリープが大きくなる傾向が見られ、載荷日数の経過とともにその傾向は明確になっていることが分かる。図-3にすりへり減量と単位クリープの関係を示すが、すりへり減量も破砕値と同様の傾向が見られた。

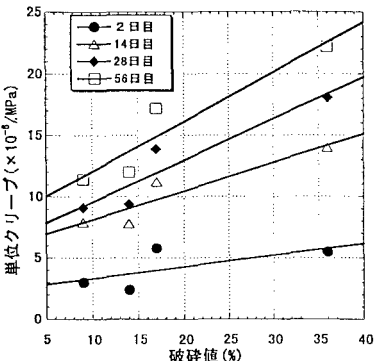


図-2 破砕値と単位クリープの関係

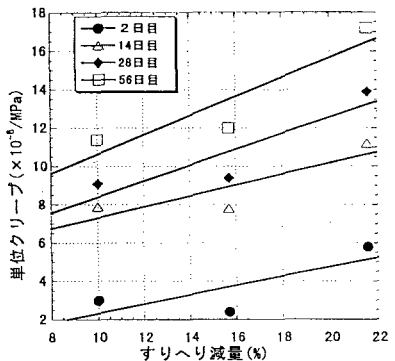


図-3 すりへり減量と単位クリープの関係

3.2 単位粗骨材容積(Vg)の影響

図-4に Vg と圧縮強度の関係を示す。Vg が小さくなると圧縮強度が大きくなる傾向が見られた。図-5に Vg と単位クリープの関係を示す。緩やかではあるが、Vg が大きくなると単位クリープが大きくなる傾向が見られた。このことより、粗骨材量の増加によるクリープに対する拘束効果の向上はあまり認められなかった。

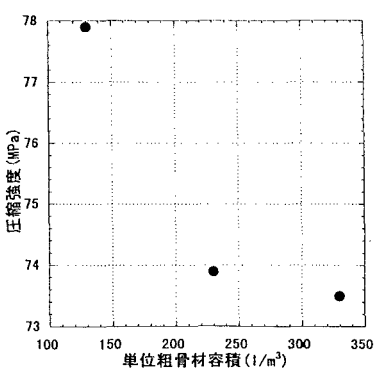


図-4 単位粗骨材容積と圧縮強度の関係

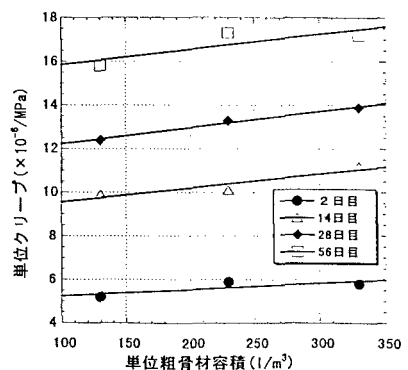


図-5 単位粗骨材容積と単位クリープの関係

4. まとめ

本研究の結果をまとめると以下ようになる。

- ①粗骨材の破砕値、すりへり減量はクリープに対する粗骨材の拘束効果を表し、破砕値、すりへり減量が小さい場合クリープも小さくなる。また載荷日数の経過とともにその傾向は顕著になってくる。
- ②Vg と圧縮強度の密接な関係、また Vg が大きくなるとクリープが大きくなる傾向が見られたことから、クリープにおいては粗骨材量よりも圧縮強度との相関性が高いといえる。