

関東学院大学工学部 正員 牧 直
防大土木工学教室 正員 加藤 清志
関東学院大学工学部 正員 ○杉本 実

1. まえがき

加圧成型法によつて締め固められたコンクリートの強度発現は、現行の標準締め固め法や振動締め固め法と比較して、かなりの強度増加が期待でき、著者らの実験によれば図-1、-2に示すような結果が求まつている。しかしながら、このような手法は現在まだ、施工上の観点からすればかなりの問題を含んでいる。一方、加圧成型の利用は二次的なコンクリート製品に多く、とくに最近加圧成型と振動締め固めとの併合や軽量骨材の浮き上りを防止するための加圧力の利用、あるいはまた、水中施工で発生する水圧の影響など種々の加圧に関する例が見受けられる。

著者らはこれら上記の理由をも含めて、比較的短時間・低加圧成型法によるコンクリートの強度発現に関する諸因子の影響、およびコンクリートの締め固め成型時に発生する脆弱な骨材の破碎に着目し、これがコンクリート強度に及ぼす影響等について実験考察を行つたものである。

2. 使用材料と実験方法

セメントはM社製普通ポルトランドセメントを使用し、骨材は富士川産の細骨材と碎石を使用した。水は水道水である。コンクリートの配合は、重量比で

図-1 圧縮強度の増加率と加圧時間との関係

(○;普通骨材コンクリート, M;モルタル, △;軽量骨材コンクリート)

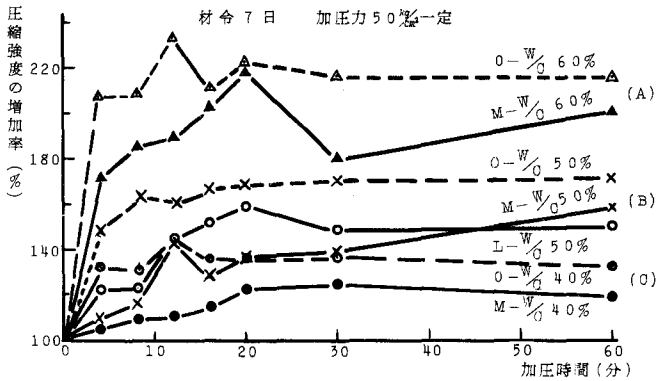
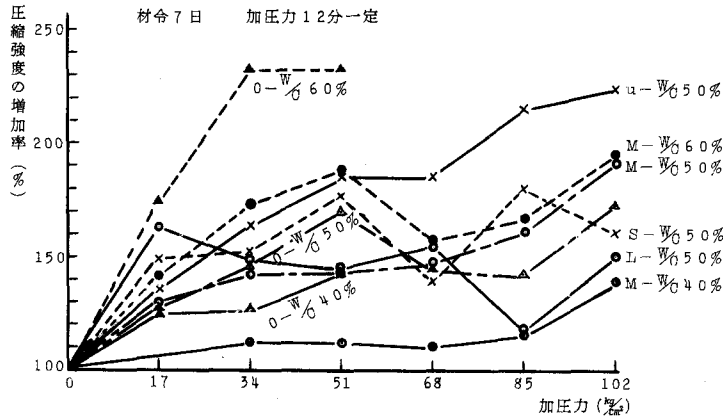


図-2 圧縮強度の増加率と加圧力との関係

(○;普通骨材コンクリート, M;モルタル, △;軽量骨材コンクリート)
u;上限粒度骨材コンクリート, S;下限粒度骨材コンクリート



1 : 2 : 4、すなわち単位量ではセメント 385 kg、細骨材 769 kg、粗骨材 1539 kg、水・セメント比は 40%、45%、50% の 3 種について行つた。使用器具は 15φ×30 cm のプレキャストコンクリート用モールド、油圧式アムスラー試験機（能力 200 ton）等を使用した。コンクリートの練り混ぜは手練りで入念に行い、リジット型棒状振動機（棒径 27φ、振動数 12000 rpm、無負荷先端振幅 0.95 mm）で水・セメント比が 40% のものを 1 分、45% のものを 30 秒、50% のものを 10 秒ずつそれぞれ、各 3 層に分けて振動締め固めを行つた。加圧時間は 2 分から 10 分までの 5 種類、加圧力は 10% 単位で、70% までの 7 種類と、標準供試体加圧力 0% 等である。なお傾向をおさえるため、水・セメント比 45% で加圧力 20%、50%、加圧時間 20 分、30 分、60 分等のものも行つた。また、コンクリート強度の材令はすべて 28 日とした。養生は 20~21°C の水中養成である。すなわち、加圧成型終了後ただちに室温 20~21°C 湿度 87% の養生室内に 24 時間静置し、その後キャッピングして 24 時間静置後脱型し、所定日数の水中養生を行つた。

3. 実験結果と考察

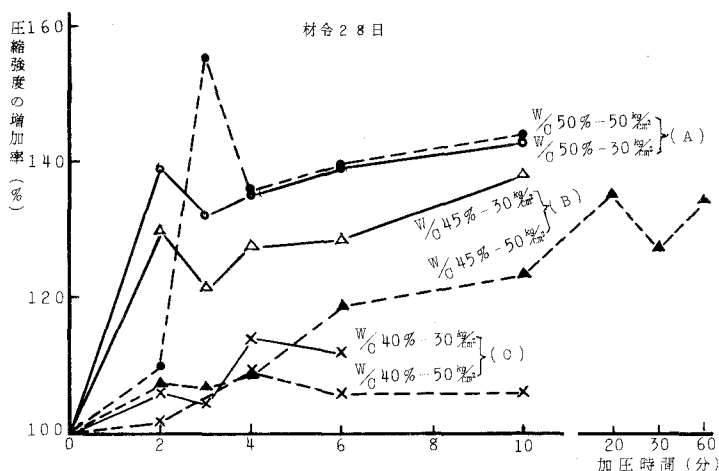
3-1 加圧時間と圧縮強度との関係

加圧時間と加圧成型コンクリート強度の増加率との結果を図-3 に示す。これよりコンクリート打設直後の加圧作用は、比較の数分間でも強度増加への効果が現われる。しかし、60 分まで継続加圧しても著しい効果は発現しない。これは図-1 と同様の傾向を示しており一時的な加圧成型でもコンクリート強度発現上からみてかなり有効であることが認められる。しかし、図-3 の (A)、(B)、(C) あるいはまた、図-1 の

(A)、(B)、(C) から明らかなのであるが、水・セメント比の大きなものが強度の増加率は高く、水・セメント比の小さいものは強度の増加率は低い。この理由として考えられることは後者に比し前者はワーカブルでプラスチックなコンクリートである。このため、前者は一時的な低加圧でも十分にその成型コンクリート内部の空げきや水模の排除を助長し、さらに粒子

のかみ合せと組織の安定化をはかり、ち密なコンクリートへと成型され、これがコンクリートの強度を増加させる一つの大きな要因であると思われる。一方、後者（ W/G の小なるもの）に対する一時的な低加圧法では成型コンクリート内部のアーチ状、あるいは蜂巣構造が残存し、十分な粒子間の配列構造がなされずに残り、前者のような著しい強度増加は現われないものと考えられる。また一時的な加圧力によつて、前者の余剰水はしぼり出され、水・セメント比の低下をきたし、さらにこれと併行してコンクリート内部の隅々ま

図-3 圧縮強度の増加率と加圧時間との関係



でセメントペーストが行きわたり（加圧によつてコンクリート内部応力の伝ばが促進され、骨材界面の微小な穴またはくぼみにセメントゲルが浸透する）、このマトリックスが骨材界面と極めてよく密着する。このような物理的要因が強度増加をもたらすものとする。なお水・セメント比50%コンクリートの切断面を写真-1、-2に、40%のコンクリート切断面を写真-3、-4に示す。この写真-1から密実堅硬な安定した様相がわかり、写真-2からはモルタルの締め固めの形況が観察され、前者の成型コンクリート強度増加の仮定を裏付けている。

写真-1 コンクリート切断面の形況

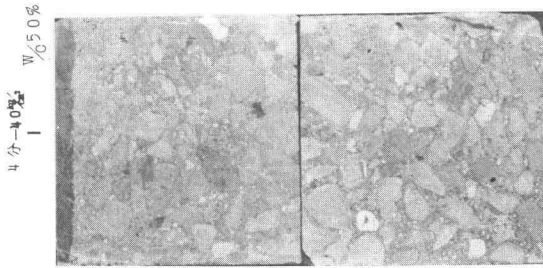


写真-2 モルタル切断面の形況

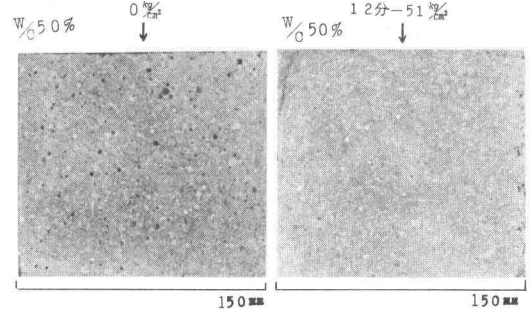


写真-3 コンクリート切断面の形況

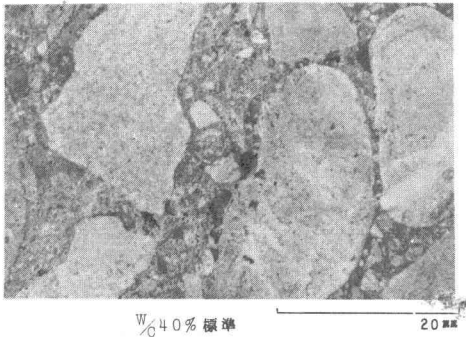
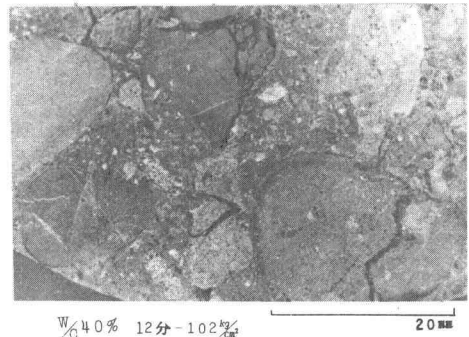


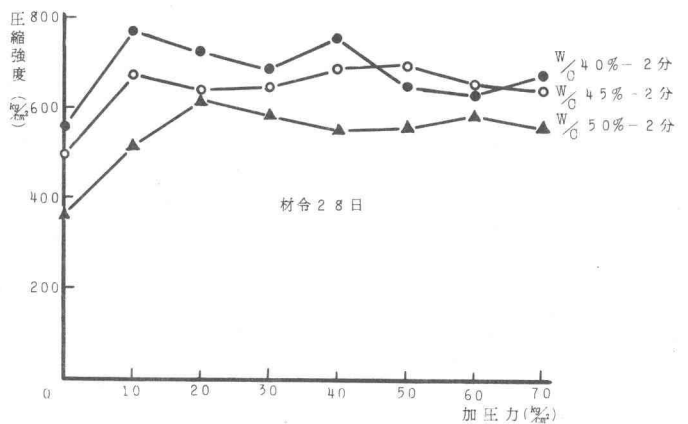
写真-4 コンクリート切断面の形況



3-2 加圧力と圧縮強度との関係

加圧力と圧縮強度との実験結果を図-4に示す。図から3-1.と同様に短期・低加圧力がコンクリートの締め固め効果を十分に発揮する。しかし比較的高加圧になつてもそれほど強度発現はみられず、図-2と同様加圧力の種類によつては強度の低下するものもみうけられる。これは図-5、-6からも判明することであるが、加圧力増加に伴い骨材粒子が点接触し、骨材内部に圧裂・引張・せん断を生じて破壊することや、

図-4 圧縮強度と加圧力との関係



加圧されて一時おちついた骨材やペーストは加圧力解放によつてコンクリート内部に復元力がはたらき、ち密な組織が破壊されることなど、強度が増加しない理由の一つと推察される。

3-3 加圧成型力と骨材破碎との関係

加圧成型時に発生する骨材の破碎は比較的脆弱な骨材であると思われるが、これが成型コンクリート強度にどのような影響を及ぼすか興味あるものである。図-6、-7は短期加圧の比較的低加圧力による成型コンクリートのまだ固まらないコンクリートの洗い分け試験結果とその強度との関係を示したものである。これより短期・低加圧法でも粗骨材の破碎は生じており、その中でも最大寸法20mm～15mmの粗骨材が他の粒径の粒子より多く破碎する傾向が認められる。これは加圧成型コンクリート内の応力伝達機構の適合粒度への移行であり、すなわち内部構造の安定化が期待できるものである。さらに興味ある事実として図-7から骨材破碎値の増大にともなつて強度も単調に著しく増加している。これは骨材破碎によつて脆弱な骨材粒子が個々の堅硬な新粒子に再生され、さらに加圧力によつてその新骨材粒子の隙間にモルタルまたはセメントペーストが侵入し、コンクリートのCrack成長源を事前に取り除くという事実をも意味するものである。

図-5 骨材破碎値と加圧力との関係

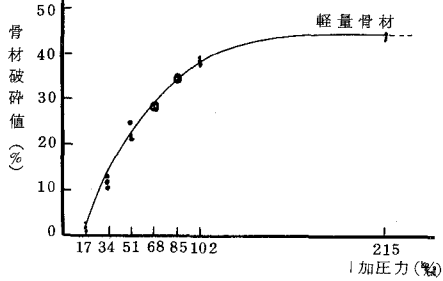


図-6 骨材破碎による粒度分布図

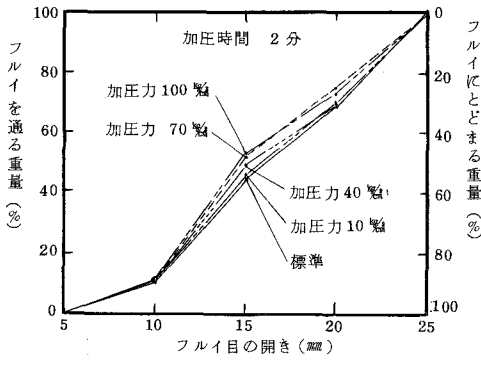
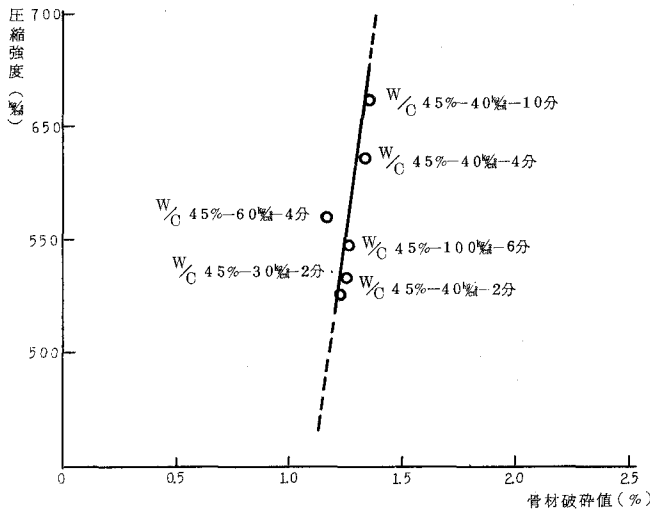


図-7 圧縮強度と骨材破碎値との関係



参考文献

- 1) 牧・加藤・杉本；加圧成形コンクリートの強度に関する基礎的実験研究、関東学院大学工学部研究報告、第13巻第2号、S. 43.9
- 2) A. Johodi, K. Kato and K. Harada ; Relation Between Crushing Value of Aggregate and Compressive Strength of Concrete 土木技術研究会報 第8号、S. 43.4
- 3) 近藤、坂；コンクリート工学ハンドブック、朝倉、S. 40.10