

九州大学 工学部 正員 松下 博通

〃 大学院 学生員 ○高垣 泰雄

〃 工学部 正員 徳光 善治

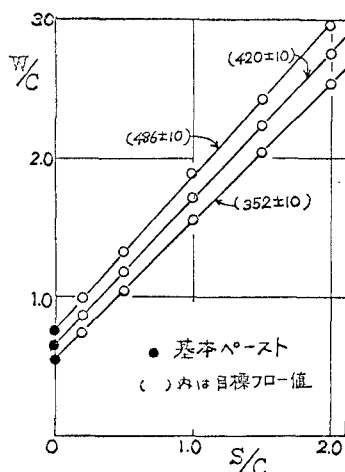
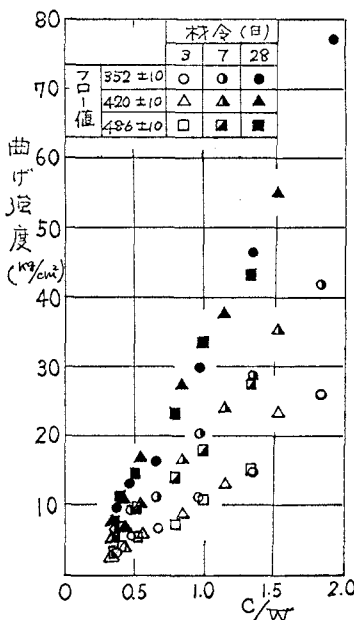
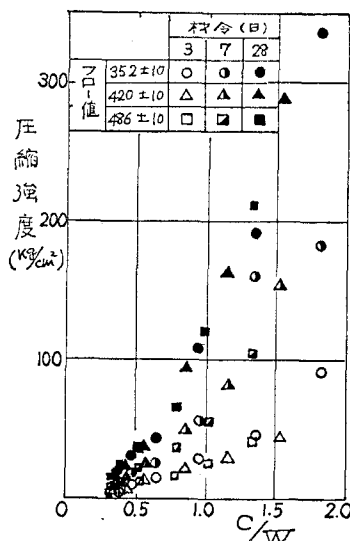
1. まえがき

福岡県主要地方道福岡直方線の新犬鳴トンネル工事現場では、削岩時に発生する岩石微粉(角閃岩微粉)の排出による河川水の汚濁を防ぐため、坑口付近に沈殿槽を設け、強制沈殿を行なった。しかし沈殿した岩石微粉の処理が問題となり、現場で経済的にしかも利用も併せて処理する方法として、トンネル覆工の裏込注入材料としてのセメントペーストにこの岩石微粉を混入することを考えた。この機会に岩石微粉混入が注入材料としてのセメントペーストにおよぼす性質を明らかにするため室内実験を行なった。ここにその結果と現場注入に対する問題点を報告する。

2. 岩石微粉の混入がセメントペーストの流動性および強度におよぼす影響

岩石微粉を混入しないセメントペースト(基本ペースト)の水セメント比を0.55, 0.65, 0.75の3通りとして岩石微粉を混入したセメントペースト(微粉ペースト)が、それらと同一の流動性を得るためには岩石混入比率(セメント重量に対する混入岩石微粉の重量)により、水セメント比をどのように変化すればよいかを求めた結果が、図-1の通りである。これより同一の流動性を得るためには S/C の増加と共に W/C を一次的に増やさなければならぬことがわかる。これは岩石微粉が角ばっており、いわゆる粒子表面の凹凸を埋めるための余剰水を必要とするためと考える。

微粉混入により同一流動性を得るために水セメント比が増大した。これらのことがペーストの強度にどのように影響するかを調べるため、 $4 \times 4 \times 16$ cmの標準供試体を作製し曲げ強度と圧縮強度を求めた。同一流動性のペーストの強度は、曲げ、圧縮ともかなりの低下がみられた。これは、水セメント比の増大が強度低下の主因であると考えられるので強度とセメント水比の関係を求め、図-2, 3に示す。これより微粉ペーストの強度は単にセメント水比によって表現でき、セメント水比の増大とともに下に凸の曲線を描くことが

図-1 同一フロー値を得るための S/C と W/C の関係図-2 C/W と曲げ強度の関係図-3 C/W と圧縮強度の関係

わかる。

3. 岩石微粉の混入がセメントペーストのブリージングおよび乾燥収縮におよぼす影響

微粉混入がペーストのブリージングおよび乾燥収縮量におよぼす影響を調べた。ブリージングは、 $\phi 5 \times 10 \text{ cm}$ 型枠に 10 cm 高としたつめのコンクリート試料の出来上り高さから浮上水量を求める方法によった。その結果の1例を表-1に示す。微粉ペーストの浮上水量は、混入比率の増加により同一流動性を得るために、水セメント比が増大しているにもかかわらず基本ペーストのそれと比べて同等かそれ以下になっており、岩石微粉がペーストのブリージングをかなり抑制するものであることがわかる。これは山崎氏の報告と同様である*。(*)山崎寛司：コンクリートライブラリー第8号)

乾燥収縮量は $2.5 \times 2.5 \times 28.5 \text{ cm}$ 供試体の材令28日脱型直後 ($t=0$) からの恒温恒湿室 (室温 $20 \pm 1^\circ \text{C}$, 湿度 85%) での収縮量をセメントコンパレータで測定した。その結果の一部を図-4に示す。岩石微粉を混入すると初期に膨張ひずみ量が測定され、混入比率が増大するにつれて、この膨張ひずみ量が大きく、しかも膨張ひずみを示している期間が長くなる。この原因は微粉の母岩が膨潤しやすい角閃岩であるためであるか、あるいは微粉ペースト本来の性質であるかは不明である。今後検討したい。乾燥収縮量は、材令50日程度からはほとんど変化がみられなくなり、その時の収縮ひずみ量は微粉ペーストのほうが基本ペーストより大きく、基本ペーストの約 1600×10^{-6} に対して、約 $2000 \sim 2400 \times 10^{-6}$ 程度である。他の試料の試験結果も同様の傾向を示しており、 $t=7$ および $t=140$ 日における収縮ひずみ量と水セメント比の関係を図-5に示す。ここで横軸にとった W/C は、 S/C と置き換えても大差ないものであり、初期膨張ひずみ量、および最終収縮ひずみ量の傾向がうかがえる。

4. 現場注入における問題点

現場でのペーストの配合は、 $G_{28} = 13 \pm 2 \text{ kg/m}^3$ 、流動性が基本ペーストと $W/C = 0.65$ と同等のものとの条件より $S/C = 2.00$, $W/C = 2.77$ とした。現場配合は、岩石微粉がスラリー状態で採取されるため、その単位容積重量から濃度を求め、現場配合を定めた。現場注入試験における問題点としては次のようなことが挙げられた。まず、スラリーの採取方法であるが、サンドポンプでは非常に濃度の低いスラリーしか採取できず、汚濁清掃車を利用した場合では、単位容積重量が 1400 kg/m^3 程度のものまで利用できる。次に、混合攪拌注入に関しては、高速攪拌を必要とするため、プレスクリートではパイプの肉割れがこり、グラウトミキサーとグラウトポンプを使用すれば、良好な結果が得られる。しかし後者の場合でも混合したものをスクリーニングして粗粒部を取り除いたものをグラウトポンプに送り込む必要があり、同時に、注入作業中にセメントが貯蔵スラリー中に混入しないよう注意しなければならない。謝辞 本実験の室内実験は九大卒業生村上秀一君 (現大成建設) に労を頂いた。現場実験は、福岡県福岡土木事務所、岩田所長、大塚善徳氏らの御厚意により、大成建設、中康所長、木谷建設栗山昌敬氏ら現場の方々の御協力を得て行ったものである。それらの方々に厚く御礼申し上げます。

	混入比率	水セメント比 (%)	打設時の供試体高さ (mm)	浮上水量高さ (mm)
基本ペースト	0.0	65	100.0	13.7
微粉ペースト	0.2	87	100.0	7.9
	0.5	118	100.0	10.2
	1.0	117	100.0	13.5
	1.5	224	100.0	12.3
	2.0	227	100.0	13.4

表-1 フロー値 420 ± 10 とした場合の浮上水量

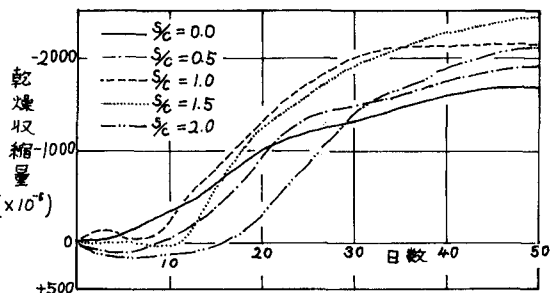


図-4 フロー値 420 ± 10 とした場合の乾燥収縮曲線

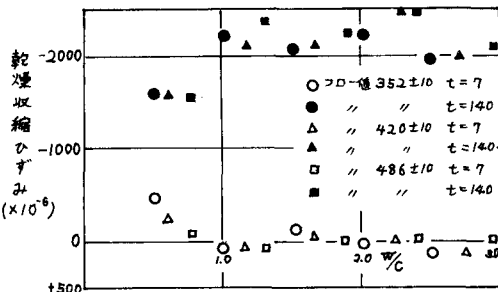


図-5 乾燥収縮ひずみと W/C の関係