

(49) 高品質 P C グラウトの配合条件

群馬大学 正会員 ○辻 幸和^{ツジ イキカス}、同 池田正志、(株)大林組 高野秀理

1. はじめに

P C グラウトは、プレストレストコンクリート構造物において、緊張材とコンクリートを一体化させ、また緊張材をさびないように保護する役割をもつため、注入作業時の流動性、充てん性および硬化後の強度等が要求される。そこで、本研究では、十分な流動性および充てん性を確保しながら、従来に比べ水セメント比を大幅に減少させて、ブリージングの低減および高強度化を図ることを目的に、高性能減水剤を用いた P C グラウトの配合条件について検討する。

2. 実験の概要

(1) 使用材料 セメントは、普通ポルトランドセメントを用いた。水は、桐生市の水道水を用いた。また混和剤としては、高性能減水剤（主成分：アリルスルホネート、S P と略記する）と、膨張剤として反応遅延性のアルミニウム粉末を用いた。

(2) 配合 P C グラウトを構成する材料は、セメント、水、高性能減水剤、膨張剤の 4 種とし、1 バッチ当りの量は 2.0 ℓ で統一した。高性能減水剤および膨張剤の使用量は、セメントに対する重量比の添加率で表す。

実験では、まず、水セメント比と高性能減水剤の使用量が、フロータイム、ブリージング率、膨張率および圧縮強度に及ぼす影響を検討するため、膨張剤の添加率を 0.008 % にして、水セメント比は 29 % から 44 % の範囲で 6 ケースに、高性能減水剤の添加率は 3.0 % までの 7 ケースに変化させ、合計 42 種類の配合を用いた。

高性能減水剤と膨張剤の添加による P C グラウトの性質の変化を検討するため、高性能減水剤の添加率が (0.0, 0.5, 1.0, 2.0, 3.0 %) の時、フロータイムが 10 ± 1.0 秒になる水セメント比を求め、それらの配合について膨張剤の添加率を 0.008 % と 0.016 % にそれぞれ変化させた。

(3) 練りませ方法 P C グラウトの練りませは、万能混合攪拌機を使用し、パドルは葉脈状羽、練り鉢はステンレス製で、最大容量が 4.5 ℓ のものを用いた。

材料の投入は、水と混和剤を練り鉢の中に入れて攪拌しながら、セメントを投入した。練りませ時間は、全材料投入後 3 分間とした。

(4) 試験方法 コンシステンシー（J ロートによる流下方法）、ブリージング率および膨張率（ポリエチレン袋とメスシリンダーによる体積方法）、および強度（おもり拘束による 5 φ × 10 cm 円柱型枠を用いた圧縮強度）の試験は、土木学会規準「P C グラウト試験方法」に準拠した。

3. 流動性

水セメント比をパラメータとし、高性能減水剤の添加率 SP/C と流動性との関係を図-1に示す。水セメント比を大きくしていくと、高性能減水剤の添加率に関係なくフロータイムは一定値に近づく。これは、水セメント比が大きくなるとセメント量も少くなり、グラウト内のセメント粒子間の距離も大きくなって、高性能減水剤による界面活性の効果が減少するためと考えられる。

高性能減水剤の添加率を増加するにしたがい流動性は良くなるが、2.0%を超えると、改善効果は減少する。これは、高性能減水剤の添加量が多くなると、電気層の電位が上がり静電的反発力が増大し、セメント粒子の吸着量が限界に達すると、それ以上高性能減水剤を添加しても流動性は向上しないためと考えられる。高性能減水剤の添加による流動性の改善効果が十分に発揮できたのは、水セメント比が35%および38%であった。

膨張剤の添加率を2倍の0.016%に増加しても、フロータイムにはほとんど影響を及ぼさなかった。

4. ブリージング率

高性能減水剤の添加率とブリージング率の関係を図-2に示す。ブリージング率は水セメント比が大きくなると増大する。これは、単位水量の増大にともないセメント粒子間の距離が大きくなり、浸透流に対する抵抗が小さくなるためである。

水セメント比が35%以下では、ブリージング率は高性能減水剤の添加量に関わらず少なく、1%以内である。水セメント比が38%では、高性能減水剤の添加量の増加にともないブリージング率は減少している。これに対して、水セメント比が41%と44%では、高性能減水剤の添加量の増加にともない、反対にブリージング率は大きくなっている。高性能減水剤の使用によってブリージングの改善が認められた水セメント比は38%であった。これは、高性能減水剤による静電的反発力とセメント粒子の間隔のバランスが適当となり、水セメント比が38%の時静電的反発力の増大とともにセメント粒子の分散が良くなり、ブリージングの発生を抑えたためと考

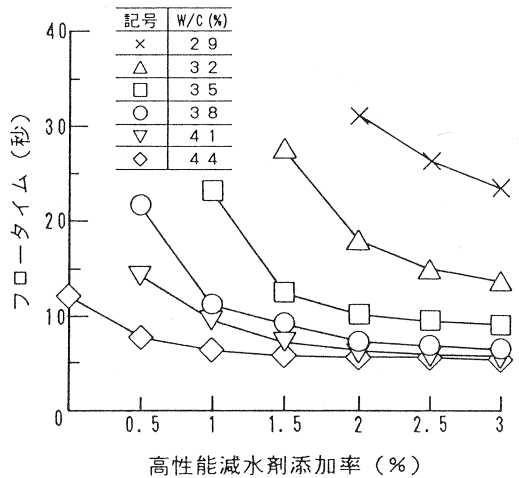


図-1 水セメント比と流動性の関係

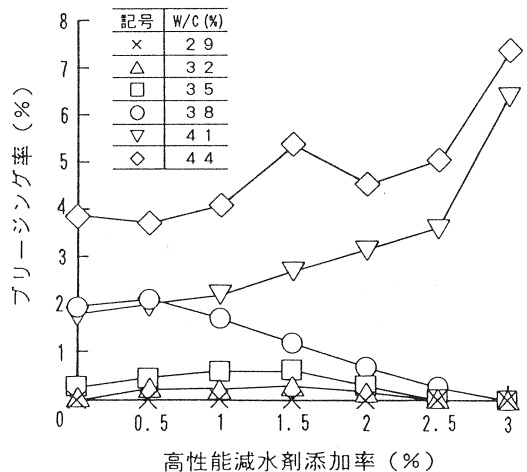


図-2 高性能減水剤添加率とブリージング率の関係

えられる。逆に水セメント比がそれより大きい場合には、静電的反発力は材料分離を促進させてしまったこと、凝結が遅延したことなどが考えられる。

膨張剤の添加率とブリージング率の関係を図-3に示す。水セメント比が大きい場合に少しブリージングの減少効果が認められるが、水セメント比が38%以下では膨張剤の添加による影響はほとんどないと考えられる。

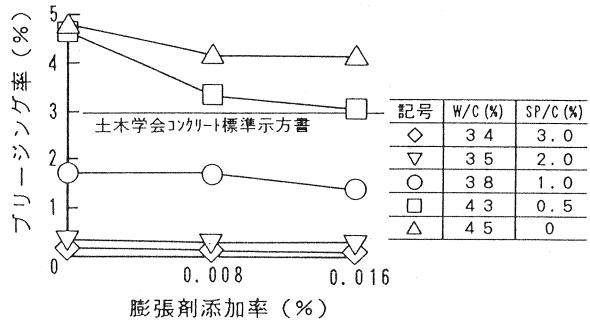


図-3 膨張剤添加率とブリージング率の関係

5. 膨張率

図-4には、水セメント比と膨張率の関係を示している。水セメント比が増加すると、膨張率はほぼ反比例して減少している。これは、膨張剤がセメント重量の0.008%と一定の条件のため、膨張剤の使用量の差によるものと考えられる。また、水セメント比が大きくなり材料分離が過大となると、沈下収縮が大きくなり、膨張率は低下すると考えられる。なお、高性能減水剤の添加による影響は、ほとんど認められない。

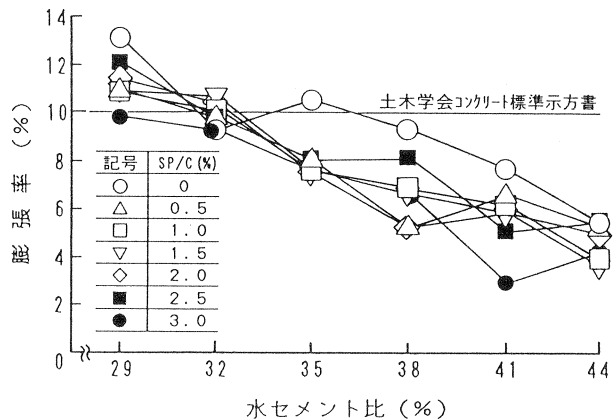


図-4 水セメント比と膨張率の関係

膨張剤の添加量と膨張率の関係を図-5に示す。いずれの配合についても、膨張率は膨張剤の添加量とほぼ比例関係にある。膨張剤添加率が0%では沈下収縮を生じ、0.016%では土木学会コンクリート標準示方書の10%を超えている。したがって、膨張剤の添加量は、無添加の沈下収縮の量と最大ブリージング率を考慮して決める必要がある。なお、24時間後のブリージング率は、認められなかった。

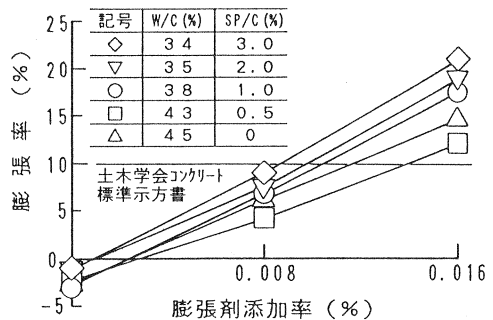


図-5 膨張剤添加率と膨張率の関係

6. 圧縮強度

図-6には、高性能減水剤の添加率と圧縮強度の関係を示している。高性能減水剤の添加率が2%以下であれば、強度の低下はほとんどないものの、それ以上添加率を増加すると、強度は一般に低下する傾向にある。

膨張剤の添加率と圧縮強度の関係を図-7に示す。膨張剤の添加は、強度低下につながる事が明らかである。したがって、膨張剤の添加は必要最小限にすべきである。

7. 配合条件

PCグラウトに要求される品質(土木学会)を表-1に示し、本研究による高性能減水剤の使用によって、表-1の品質条件を満たす配合を表-2に示した。

この表からも明らかなように、高性能減水剤を使用しても、要求される条件を満たす配合は少ない。セメントの品質の改善、混和材および他の混和剤の併用ならびに練りませ方法の改善などを考慮していく必要があると考えられる。

8. おわりに

高性能減水剤を添加することにより、従来の高性能減水剤を使用しないPCグラウトと同様の流動性を確保しながら、水セメント比を10%程度減少できた。また、ブリージング率も従来の1/3の1.0%以下に低減させることができた。なお、高性能減水剤を適量添加しても、膨張率および圧縮強度にはほとんど影響しないことも明らかになった。

表-1 品質条件

項目	土木学会
コンシステンシー	施工に適した値 (参考: Jロート 6~12秒)
膨張率	10%以下
ブリージング率	3%以下
圧縮強度	200kgf/cm ² 以上 (材令28日)
水セメント比	4.5%以下

これらのことから、高性能減水剤を効果的に使用することにより、流動性および材料分離という2つの相反する項目を両立させることができる。しかしながら、高性能減水剤を用いても、PCグラウトの要求品質を満足する配合条件が狭い範囲のため、今後の研究が必要である。

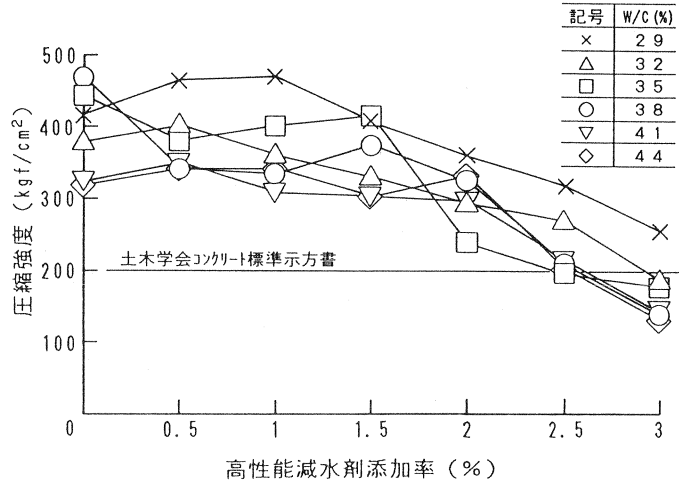


図-6 高性能減水剤添加率と圧縮強度の関係

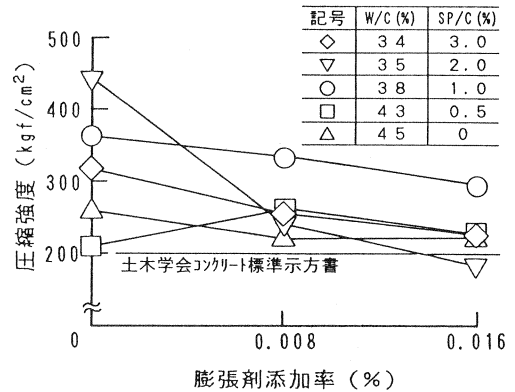


図-7 膨張剤添加率と圧縮強度の関係

表-2 品質条件を満たす配合

W/C (%) \ S/P/C (%)	2.9	3.2	3.5	3.8	4.1	4.4
0.0						
0.5						
1.0				○	○	
1.5			◎	○	○	
2.0			◎	◎		
2.5			◎	◎		
3.0						

◎: ブリージング率1%以下

○: ブリージング率1~3%