

新型ミキサによる高粘性 PC グラウトの製造

群馬大学 工学部 正会員 ○ 辻 幸和
 極東鋼弦コンクリート振興 (株) 正会員 広瀬 晴次
 リブコンエンジニアリング (株) 正会員 北山 裕康
 日産機 (株) 田中 和重

1. はじめに

PC グラウトは、ポストテンション方式のプレストレストコンクリート (PC) 構造物において、きわめて重要な役割を持つ。すなわち、PC グラウトは、シース中に挿入され緊張定着された PC 鋼材を腐食から保護するとともに、コンクリートとシース中の PC 鋼材とに付着を与えて両者を一体化させる役割を持っている¹⁾。このため、PC 構造物が所要の性能を持ち、優れた耐久性を有するためには、適切な材料、配合および練混ぜ方法によって製造された所要の品質を持つ PC グラウトを確実に充填しなければならない。

PC グラウトが良好な充填性を確保するためには、セメント等の粒子を均一に分散させる練混ぜ方法が必要不可欠である。しかし、最近多用されているノンブリーディングタイプの高粘性 PC グラウトの製造に用いられているミキサは、従来型のもの羽根を高速回転させることにより対応してきた。そのため、セメント投入時や練混ぜ時に材料が飛び散り、配合管理が十分でなくなり、また作業環境を悪化させること、およびセメントが凝集したいわゆる練り玉が発生しやすいことが指摘される。

本研究では、高粘性 PC グラウトの製造においてミキサの形状寸法や回転羽根の設置位置を変更することおよび抑止版を設置することなどを行った新型のミキサにより練り混ぜた PC グラウトの品質を報告するものである。すなわち、高粘性 PC グラウトを均一に練り混ぜることを目的として、セメントの種類、PC グラウト用混和剤の種類および練混ぜ時間を変化させた高粘性 PC グラウトの製造結果を報告する。品質の評価方法としては、JP 漏斗による流動性を計測した。また、流出管の長さを変化させた JP 型漏斗を用いて流動性試験を行った結果についても検討した。

2. 実験概要

2. 1 使用材料

高粘性 PC グラウトの材料は、結合材、水および PC グラウト用混和剤 (以下、混和剤と略

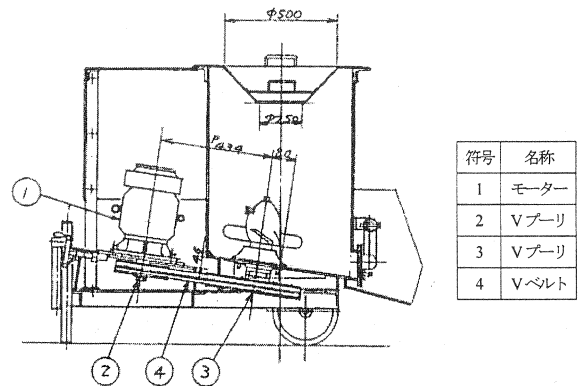


図-1 新型ミキサの形状寸法

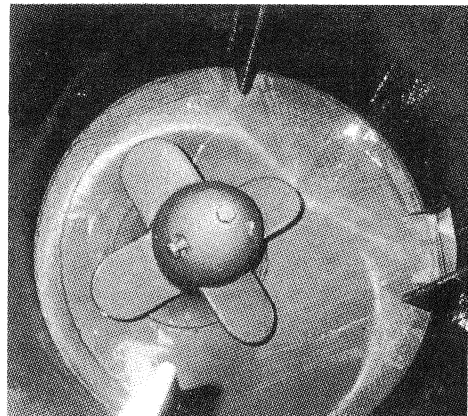


写真-1 新型ミキサの練混ぜ槽内部

称する)である。以下にそれぞれの材料について示す。

結合材には、普通ポルトランドセメントおよび普通ポルトランドセメントの20%をフライアッシュで置換したもの(以下、フライアッシュセメントと称す)を用いた。普通ポルトランドセメントの密度は 3.16g/cm^3 、比表面積が $3320\text{cm}^2/\text{g}$ であった。また、フライアッシュは、JIS A 6201のI種に相当するものである。密度は 2.47g/cm^3 、比表面積が $5490\text{cm}^2/\text{g}$ であった。

練混ぜ水には、上水道水を使用した。

混和剤には、ノンブリーディングタイプの高性能セメントグラウト注入モルタル用混和剤である混和剤A(主成分:水溶性高分子エーテル系化合物)ならびに高粘性タイプのノンブリーディング混和剤B(主成分:メラミン系高性能減水剤)を使用した。いずれも、PCグラウトに適度な粘性と材料分離抵抗性を与え、ブリーディングの発生を防止することができる粉末状の高性能PCグラウト用の混和剤である。

2. 2 PCグラウトの配合

PCグラウトの配合では、それぞれの結合材に対して水結合材比を混和剤Aを用いた場合は43%、混和剤Bを用いた場合は45%とした。また、混和剤A,Bの2種類は、いずれも結合材の質量比で1%用いた。

2. 3 練混ぜ方法

ミキサは、 100l の容量まで練混ぜが可能な従来型のもとは新しく考案した新型ミキサである。それらの形状寸法を図-1に示す。新型ミキサは練混ぜ槽を円筒とし、写真-1に示すようにその内面にPCグラウトの円筒方向の流れを抑制する抑止板を鉛直方向に3箇所設置している。また練混ぜ羽根を水平から約 15° 傾斜させている。このような配置により、練混ぜ性能が従来型のミキサに比べて向上するとともに、練混ぜ時に材料が上方へ噴出することもほとんどなくなり、練混ぜ時の作業環境が著しく改善されている。新型ミキサの外観を写真-2に示すが、全体の形状寸法は従来型のミキサとほぼ同じである。

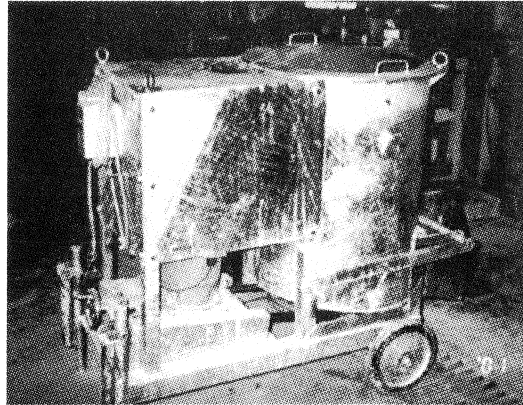


写真-2 新型ミキサの外観

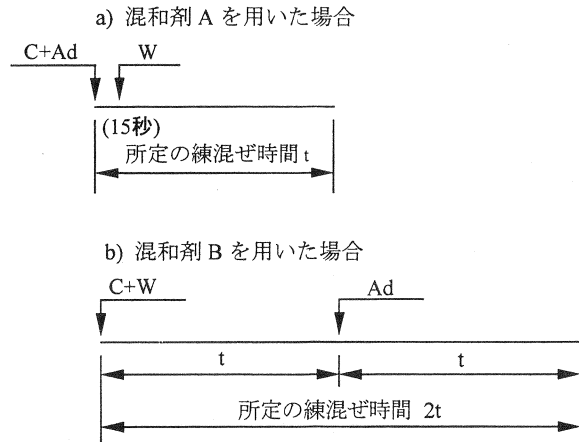


図-2 練混ぜ方法



写真-3 結合材の投入状況

PC グラウトの練混ぜ方法には図-2に示すように、2種類の方法を採用した。混和剤 A を用いた練混ぜ方法は、全材料を投入して所定の時間一度に練り混ぜるものである。混和剤 B を用いた練混ぜ方法は、まずペーストを練り混ぜた後に、混和剤 B を投入して所定の時間練り混ぜるものである。

以上の配合と練混ぜ方法をまとめて、表-1に示す。練混ぜ量は、結合材量を 100kg とした。写真-3に結合材の投入状況を示す。材料の飛び散りが著しく改善されている。

2. 4 PC グラウトの流動性試験方法

PC グラウトの流動性試験に用いた漏斗の形状寸法を図-3に示す。本研究では、J₁₄ 漏斗および JP 漏斗を含む流出管の長さを変化させた JP 型漏斗 4 種類を用いて、PC グラウトの流動性状を評価した。なお以降は JP 型漏斗の表記を流出管の長さに対応して JP10, JP30, JP50, JP70 と表記する。ただし、JP30 漏斗は JP 漏斗と表記することもある。また J₁₄ 漏斗については、流出管の長さが 0mm であるとしてここでは JP0 とも表記する。

流動性試験は、PC グラウトの練混ぜ直後に加え、20℃±3℃の恒温室内で湿布を覆って 30 分および 60 分静置した後、手練りで 2~3 分間練り直した後も行った。PC グラウトの流動性試験では 1.2mm のふるいを通じた PC グラウトを用いた。

PC グラウトの流動性試験は、JSCE-F531-1999 に準じて行った。すなわち、まず台で鉛直に支持した漏斗に水を通して濡らし、試料を漏斗内に注ぎ、流出管から少量の試料を流出させた後、指で押さえ漏斗上面まで注ぎならす。その後、指を離して、流下時間を測定した。なお JP 型漏斗の流下時間には、「流出管からのグラウト流が初めて途切れるまでの時間」の代わりに、「流出管からのグラウト流が急激に細くなるまでの時間」を採用しているため、JP0 (J₁₄) 漏斗についても同様な測定を行った^{2) 3)}。

表-1 PC グラウトの配合と練混ぜ方法

	セメントの種類	混和剤	練混ぜ			記号
			ミキサの種類	練混ぜ時間	W/C (%)	
1	普通ポルトランドセメント	A	新型	180 s	43	○
2	〃	B	新型	180 s × 2	45	●
3	〃	A	従来型	180s	43	△
4	〃	B	従来型	180s × 2	45	▲
5	〃	A	新型	90 s	43	□
6	〃	B	新型	90 s × 2	45	■
7	フライアッシュセメント (20%置換)	A	新型	90 s	43	×
8	〃	B	新型	90 s × 2	45	*

フライアッシュ : JISA 6201 I 種

混和剤/結合材=1.0% (質量)

グラウト温度 : 17~19℃

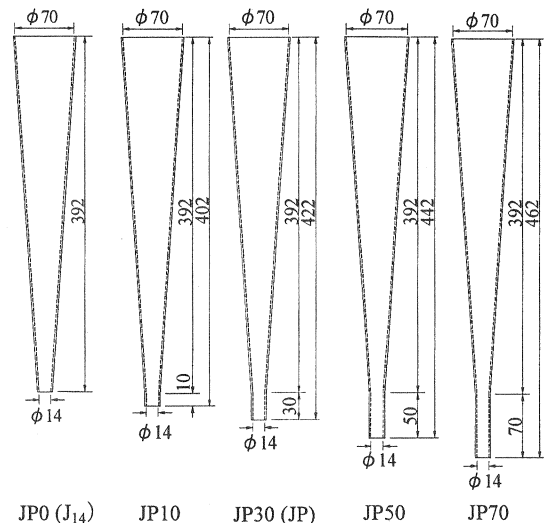


図-3 漏斗の形状寸法 (単位 : mm)

3. ミキサの種類の影響

所定の練混ぜを終えた後、PC グラウトをミキサから排出し、1.2mm のふるいを通させたものについて流動性試験を行った。写真-4 は、新型ミキサからの排出状況を示す。一部に気泡が存在するが、良好な高粘性 PC グラウトが製造できている。

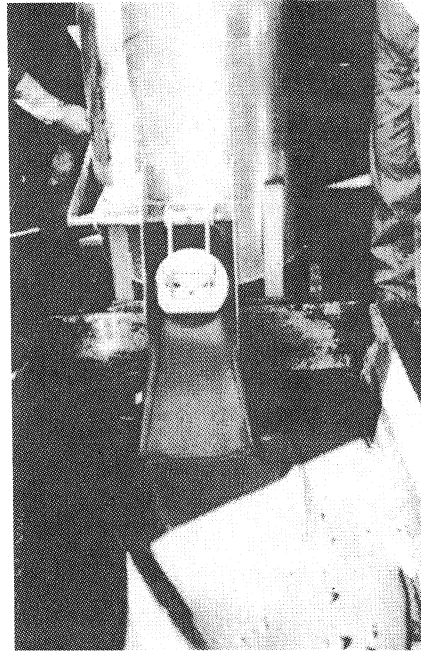


写真-4 排出状況

ミキサの種類を変えた流下時間の結果を、図-4 に示す。新型ミキサによる混和剤 A,B を用いた PC グラウトの JP 漏斗による流下時間が、練混ぜ直後においてほぼ等しくなるように、W/C をそれぞれ 43% と 45% に設定した。流出管の長さが長くなると流出時間はほぼ比例して長くなるが^{2) 3)}、流出管の長さが異なっても、練混ぜ直後の新型ミキサによる PC グラウトの流下時間は、混和剤が異なってもほぼ同じ流下時間となっている。流下時間そのものは、新型ミキサに比べ従来型のミキサを用いた方が長くなっている。また、混和剤 A を用いた方が混和剤 B を用いた場合よりも従来型ミキサによる PC グラウトの流下時間が長くなっている。この傾向は、流出管の長さの長い JP 型漏斗によるほど顕著である。

経過時間に伴う流下時間の変化は、図-5 に示すように、新型ミキサではほとんどないのに対し、従来型ミキサを用いた場合は練混ぜ直後から 30 分後にかけて大きく増加した。その現象は、混和剤 B を用いた PC グラウトの方が著しくなった。

4. 練混ぜ時間の効果

図-6 に、新型ミキサを用いて練混ぜ時間が異なる場合の PC グラウトの流下時間を示す。混和剤 A を用

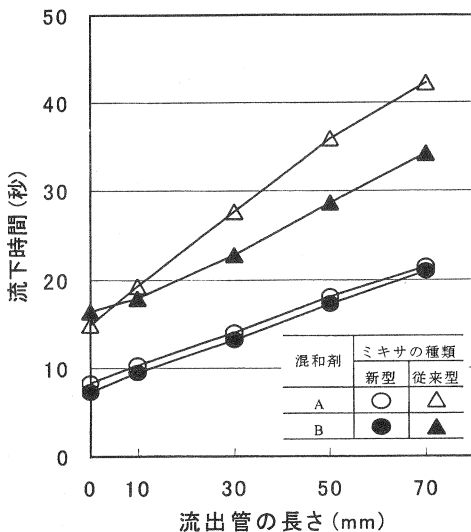


図-4 異なるミキサによる PC グラウトの流下時間と流出管の長さの関係 (練混ぜ直後)

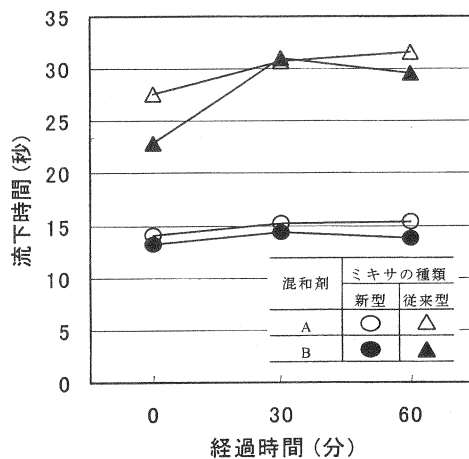


図-5 異なるミキサによる PC グラウトの流下時間の経時変化 (JP 漏斗)

いた場合には、練混ぜ時間を 180 秒から 90 秒に減じてもほとんど流下時間の変化が認められない。これに対し、混和剤 B を用いた PC グラウトでは、練混ぜ時間を 180 秒から 90 秒に減少することにより、流下時間が長くなっている。この傾向は、流出管の長い JP 型漏斗によるほど著しい。

このような混和剤 B を用いた PC グラウトの流下時間に及ぼす練混ぜ時間の影響は、図-7 に示すように、練混ぜ後 30 分間および 60 分間経過しても同様である。特に混和剤 B を用いて 90 秒間ずつ練り混ぜた PC グラウトは、経過時間が大きくなると流下時間が長くなる傾向が認められる。

5. フライアッシュを置換した効果

図-8 には、フライアッシュを 20%セメントと置換した PC グラウトの流下時間を示している。普通ポルトランドセメントを用いたものは、練混ぜ時間を 90 秒に短縮すると、前述したように、混和剤の種類により流下時間には差がみられ、混和剤 B を用いたものは流下時間が長くなっている。しかしながら、フライアッシュを 20%置換したものは、練り混ぜ時間が 180 秒の場合と同様に、混和剤の種類にかかわらず流下時間はほぼ同程度の値を示している。

また、混和剤 A を用いた場合には、普通ポルトランドセメントを用いたものに比べ、フライアッシュを置

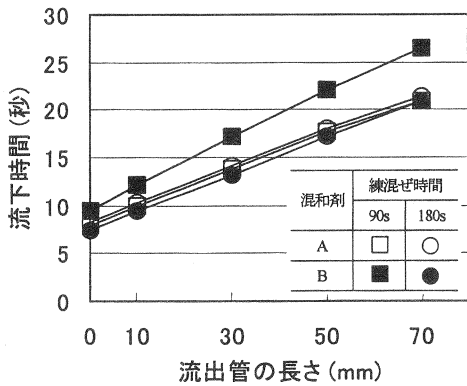


図-6 練混ぜ時間が異なる PC グラウトの流下時間と流出管の長さの関係 (練混ぜ直後)

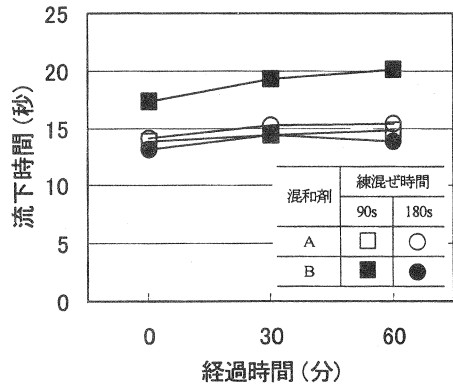


図-7 練混ぜ時間が異なる PC グラウトの流下時間の経時変化 (JP 漏斗)

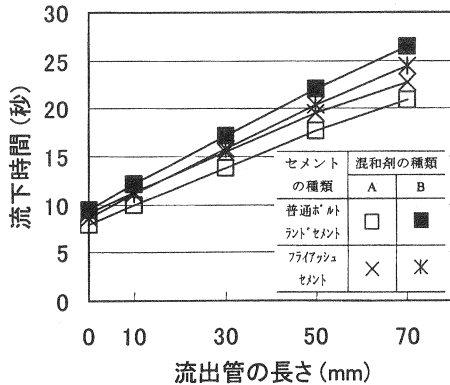


図-8 フライアッシュを置換した PC グラウトの流下時間と流出管の長さの関係 (練混ぜ直後)

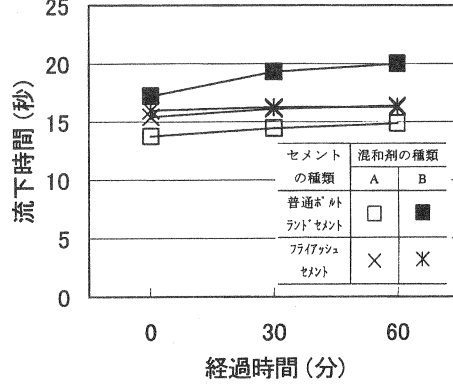


図-9 フライアッシュを置換した PC グラウトの流下時間の経時変化 (JP 漏斗)

換したもののほうが流下時間が少し長くなっている。これに対し、前述のように混和剤 B を用いた場合には、フライアッシュを置換したものは、普通ポルトランドセメントを用いたものに比べて流下時間が短くなっている。練混ぜ時間が 90 秒と短時間の練混ぜを行った PC グラウトについてはあるが、混和剤の種類によりフライアッシュを置換すると流下時間に異なる影響を及ぼすことがある。

以上のような混和剤 B を用いた場合のフライアッシュを置換した効果は、図-9 に示すように 60 分間経過するまでの流下時間において明確である。すなわち、混和剤 B を用いた PC グラウトは、普通ポルトランドセメントにフライアッシュを 20% 置換すると練混ぜ直後において流下時間は短くなっているが、その傾向は時間が経過するほど著しくなっているのである。

6. まとめ

本研究では、高粘性 PC グラウトを均一に練り混ぜるために考案した新型ミキサにより製造した PC グラウトの流下時間の結果を報告した。本研究の範囲内で、以下のことがいえる。

- ①高粘性 PC グラウトの製造に関しては、新型ミキサを用いることにより従来型ミキサよりも短い練混ぜ時間で均一な PC グラウトを製造することが出来ることを確かめた。この場合、PC グラウト用混和剤およびセメントの種類による影響も認められた。
- ②フライアッシュを 20%セメントと置換することにより、流下時間が長くなる PC グラウト用混和剤を用いた場合における PC グラウトの流下時間を短くすることが可能となった。

参考文献

- 1) 辻 幸和・池田正志・橋本親典・浦野真次：高強度 PC グラウトの製造に関する基礎研究，プレストレストコンクリート，Vol.36，No3，pp.47~56，1994.5
- 2) 辻 幸和・宮前俊之・山口光俊・池田正志：JP 型漏斗による PC グラウトの流動性，プレストレストコンクリート，pp.27~30，Vol.42，No3，2000.5
- 3) 辻 幸和・杉山隆文・池田正志：高粘性 PC グラウトの流動性状，第 27 回セメント・コンクリート研究討論会論文集，pp.55~60，2000.11