

PC グラウトの練混ぜ方法に関する基礎研究

SEEE 協会グラウト特別分科会*

1. はじめに

PC グラウトは、品質や施工の良否により、PC 鋼材はもちろん PC 橋全体の耐久性に大きな影響を与える重要な要素である。グラウトの目的は、PC 鋼材の保護と PC 鋼材と部材コンクリートの一体性の確保である¹⁾。この目的を確実なものとするために、グラウトにもっとも要求されている重要な性能は、充填性能である。

SEEE 協会グラウト特別分科会では、このような課題に対し実務者の立場からの改善を目指しているが、そのひとつの方策としてグラウトの練混ぜの重要性に注目し、一連の練混ぜ試験を実施した。

グラウトに良好な充填性能を満足した品質を確保させるためには、セメント等の粒子を均一に分散させ練混ぜる必要がある。辻ら^{2),3)}はグラウトミキサに水を二度に分けて投入して練り混ぜる分割練混ぜ方法により、一般に行われている水を一度に投入する一括練混ぜ方法に比べてセメントの練り玉量が少なく流動性のよいグラウトが製造できることを確認しており、分割練混ぜ方法によるグラウト品質の改善効果が期待された。

本試験では、まず、小容量のミキサにより条件を変えた多くの練混ぜ試験を実施して分割練混ぜの基本的な特徴を把握するとともに、一括練混ぜと比較して分割練混ぜの効果を確認した。さらに、実際に施工に用いる練混ぜ量の分割練混ぜ用のミキサを使用して練混ぜ試験を実施し、実用性を確認するとともに、ミキサの違いによるグラウトの品質を検証した。

なお、一括練混ぜに対しても、改良型せん断ミキサが最近普及しつつあるため、そのミキサでグラウトを練り混ぜて、その使用性と品質を確認した。また、フランスで一般に使用されているグラウト材料が入手できたため、その練混ぜ試験を行った。その結果、日本で使用されているグラウトとは違う性状も見られたので、参考として報告する。

本報告は、平成 13 年度 SEEE 協会グラウト特別分科会分割練混ぜ WG の活動報告である。

2. 分割練混ぜ試験

2.1 試験方法

1) 試験概要

分割練混ぜによる基本的なグラウトの性状を把握し、通常の練混ぜ水を一度に投入する一括練混ぜによるグラウトとの比較を行い、分割練混ぜの効果を確認する。そのため、図-1 の検証フローに従って試験を実施した。

STEP-1 では、最終的な水セメント比 (W/C) を混和剤 A

に対して 43 %、混和剤 B に対して 45 % とし、1 次水セメント比 (W1/C) および練混ぜ時間を変化させて、分割練混ぜによる最適な 1 次水セメント比 (W1/C) を検討した。

つぎに、STEP-2 では 2 次練混ぜ時間を変えてその影響を確認し、STEP-3 では、一括練混ぜと比較を行って、分割練混ぜの効果を確認した。

なお、これらの一連の試験は、JISR5201「セメントの物理試験方法」で用いる練混ぜ機（以後、JIS 型ミキサと呼ぶ。）を使用した。そのバドルは、葉脈状羽、練鉢はステンレス鋼製で、最大容量が 4.5 l であり、回転数は 60 rpm である。

また、試験は、恒温室で実施した。そのため、グラウト材料ならびに練混ぜられたグラウトの温度は、20℃前後に保たれていた。

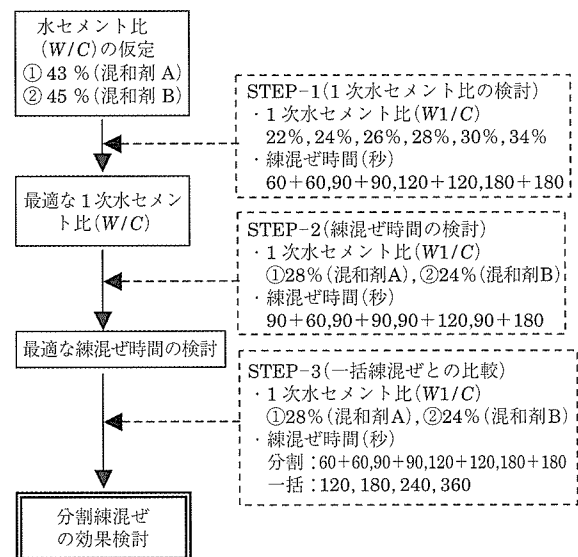


図-1 分割練混ぜの検証フロー

2) 使用材料

セメントは、密度が 3.16 g/cm³、ブレン値が 3 230 cm²/g の普通ポルトランドセメント、PC グラウト混和剤は、現在市販されているノンブリージングタイプの高粘性型から A と B の 2 種類を使用した。

すなわち、PC グラウト混和剤は、主成分が高縮合トリアジン系化合物と水溶性高分子エーテル系化合物から成る混和剤 A とメラミン系高性能減水剤と増粘剤から成る混和剤 B を使用した。練混ぜ水は、上水道水を用いた。

3) 配合

表-1 に 1 試験体 2 l あたりの配合表を示す。

表 - 1 グラウトの配合 (練混ぜ量 2ℓ)

セメントの種類	混和剤	水セメント比 (%)	セメント (g)	水 (g)	混和剤 (g)
普通ポルトランドセメント	A	43	2679.1	1152.1	26.8
	B	45	2564.0	1154.0	25.6

4) 分割練混ぜの方法

分割練混ぜは、図 - 2 に示すように、練混ぜ水の投入時期を2回に分け、まず、セメント、混和剤に1次水を添加して所定の時間練り混ぜた後に、残りの水を2次水として添加してさらに練り混ぜる。なお、練混ぜ方法の簡素化を図り、将来は2次練混ぜ時に水のみを自動投入することを考え、混和剤は種類に関係なく1次練混ぜ時に投入した。

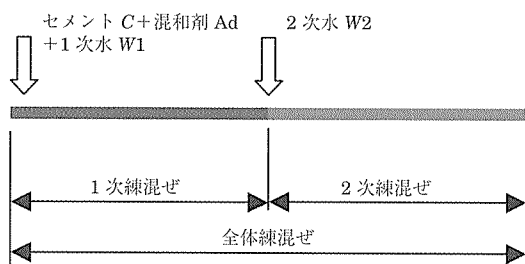


図 - 2 分割練混ぜの方法

5) 品質試験

通常のグラウトの品質管理試験は、流動性試験、ブリーディング試験、圧縮強度試験、塩化物含有量測定試験等を実施している。

本試験では、グラウトの分割練混ぜによる充填性の改善効果をグラウトの均一性で評価するために、練り玉量測定試験と流動性試験を重点的に実施した。

練り玉量測定試験は、練混ぜ直後のグラウトを1.2mmのふるいに通し、ふるいに残留した練り玉量を測定した(写真 - 1)。

流動性試験は、1.2mmのふるいを通過したグラウトの流下時間をJP漏斗で測定した。

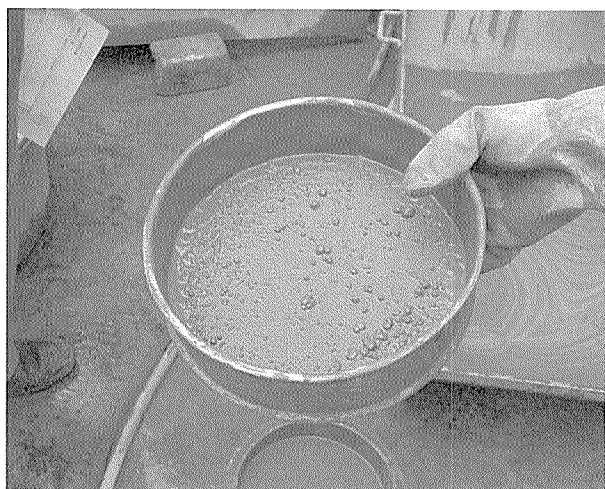


写真 - 1 練り玉量測定試験

2.2 試験結果

1) 最適な1次水セメント比 (W1/C) 【STEP-1】

分割練混ぜにおいては最適な1次水セメント比で1次練混ぜを行うことによって、セメントの全表面が一様に濡れ、粒子が均一に分散し、2次練混ぜ後のセメント粒子の適度な凝集作用によって、流動性が改善されると考えられる²⁾。また、最適な1次水セメント比 (W1/C) は、使用するミキサ性能に対する練混ぜ可能で適切な練混ぜ水量の指標とも考えられる。そのため、分割練混ぜの場合、1次水セメント比 (W1/C) が、最終的なグラウト品質に大きく影響する重要な指標である。ここに、練混ぜ時間を変化させた場合に、1次水セメント比 (W1/C) に対する練り玉量の関係を図 - 3 に、流下時間 (JP 漏斗) の関係を図 - 4 に示す。

図 - 3 から、ふるいに残留した練り玉量が最小となる最適な1次水セメント (W1/C) は、混和剤 A が 28%，混和剤 B の場合、ばらつきが多いが 24%であった。

最大の練り玉量は、混和剤 B において W1/C = 22% 時の 60g であるが、これは試験体 2ℓ に対して、3% 程度である。この練り玉量が実用的に許容される範囲かどうかの判断は難しいが、練り玉量が相対的に練混ぜの良否を表していることは確かである。

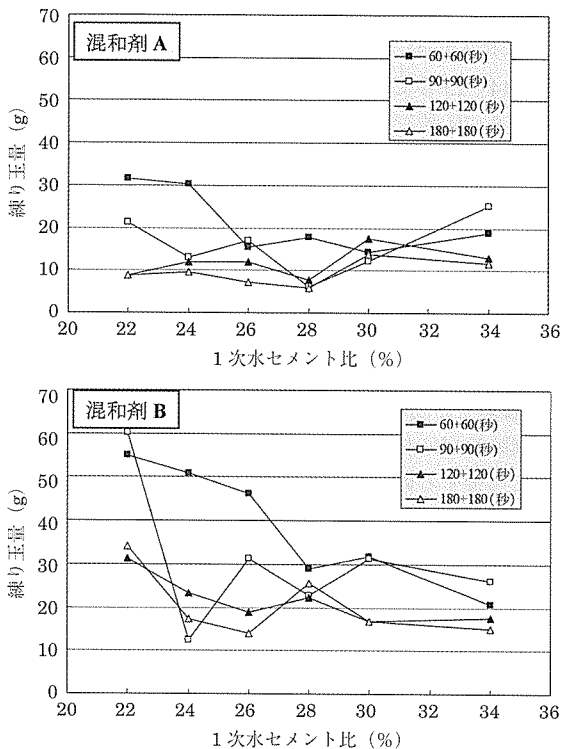


図 - 3 1次水セメント比と練り玉量の関係

図 - 4 の1次水セメント比 (W1/C) と流下時間との関係であるが、混和剤 A の流下時間は、練混ぜ時間に関係なく、5～10秒の狭い範囲に分布し、混和剤 B は、ばらつきがあるが10～20秒の範囲で分布している。

PCグラウト施工マニュアル¹⁾によると、ノンブリーディング高粘性型グラウトにおいて、シースの曲げ下がり部において先流れをしない粘度を有する流下時間は、13秒

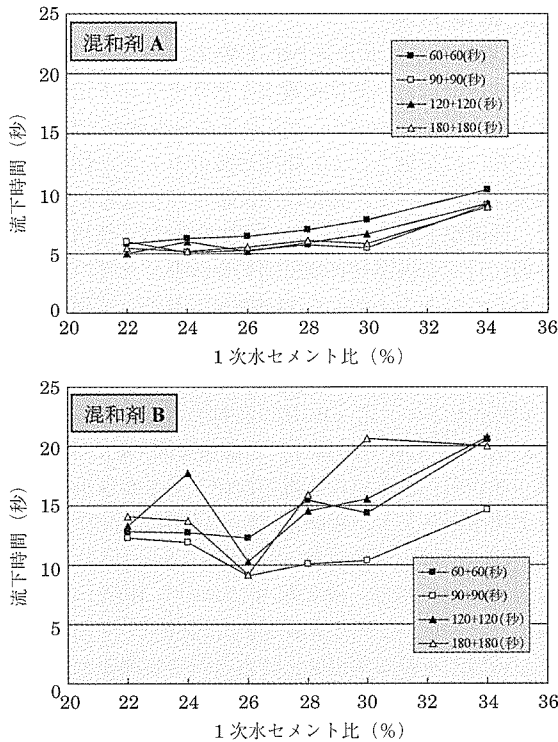


図 - 4 1次水セメント比と流下時間の関係

(J14 漏斗で 8 秒) 以上である。一方、流動性に対する規格値は、14～23 秒である。また、メーカーの規格値は、混和剤 A が 8～21 秒、混和剤 B が 14～26 秒である。

本試験結果では、分割練混ぜを行うことにより流下時間は明らかに短くなっていて、各規格値に対して下限付近の値を示している。これは、全体の水セメント比 (W/C) をさらに低減し、高品質のグラウトを製造することが可能であることを示唆している。また、練り玉量と流下試験の関係であるが、練り玉量が多いと流下時間が長くなるような相関は、得られなかった。

2) 練混ぜ時間の影響【STEP-2】

分割練混ぜにおける練混ぜ時間が、グラウト性状にどのように影響するのかの確認試験を実施した。1次水セメント比 W1/C は、STEP-1 の結果から、混和剤 A を 28%、混和剤 B を 24% に固定した。練混ぜ時間は、1次練混ぜ時間を STEP-1 試験で良好であった 90 秒で固定し、2次練混ぜ時間を 60 秒、90 秒、120 秒、180 秒と変化させた。ここに、2次練混ぜ時間に対して、練り玉量の関係を図 - 5 に流下時間 (JP 漏斗) の関係を図 - 6 に示す。

練り玉量と流下時間は、練混ぜ時間を長くすれば良いというものではなく最適な練り混ぜ時間が存在し、混和剤 A と B に対して 2次練混ぜ時間 90 秒がきわめて良好なことがわかる。この 1次と 2次の合計の練混ぜ時間は、一括練りの場合におけるメーカー規格値とほぼ一致している。

3) 分割練混ぜ方法の効果【STEP-3】

全体の水セメント比 (W/C) を混和剤 A が 43%、混和剤 B が 45% と同じにした分割練混ぜと一括練混ぜを練混ぜ時間を変化させて実施し、練り玉量測定試験と流下試験により、分割練混ぜ方法の有効性を検証した。このとき、

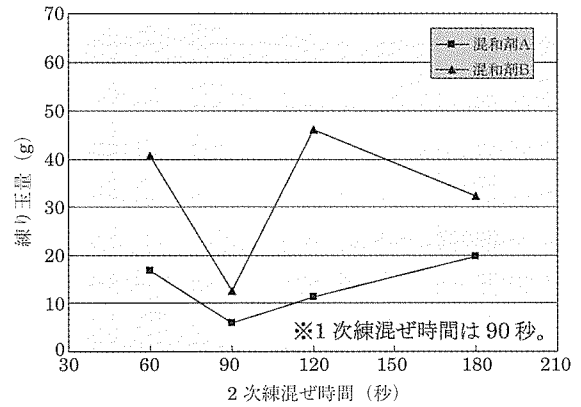


図 - 5 2次練混ぜ時間と練り玉量の関係

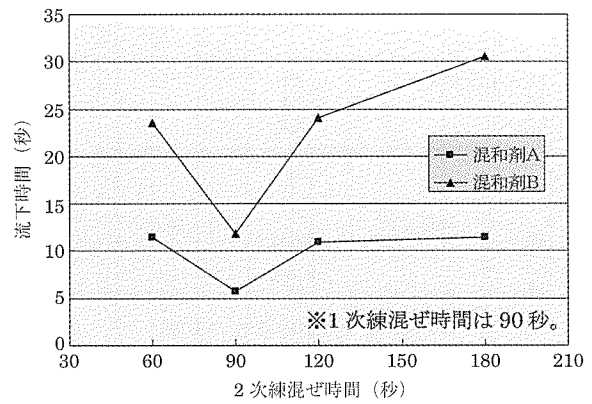


図 - 6 2次練混ぜ時間と流下時間の関係

分割練混ぜの 1次水セメント比 (W1/C) は混和剤 A が 28%、混和剤 B が 24% に固定し、分割練混ぜの 1次と 2次の練混ぜ時間の和を一括練混ぜの練混ぜ時間とした。

ここに、練混ぜ時間に対して、図 - 7 に練り玉量の関係、図 - 8 に流下時間 (JP 漏斗) の関係を示す。

分割練混ぜの場合、一括練混ぜと比較すると、ふるいに残留した練り玉量は練混ぜ時間に関係なく減少し、流下時間もきわめて短くなる傾向を示しており、グラウトの分割練混ぜ方法が、グラウト性状の向上を図る 1つの有効な方法であることを確認した³⁾。

なお、グラウトの練混ぜに対しては、ミキサの影響が大きいと考えられる。そこで、つぎに実際の施工に使用できる大きさのミキサにより練混ぜ試験を行い、分割練りの効

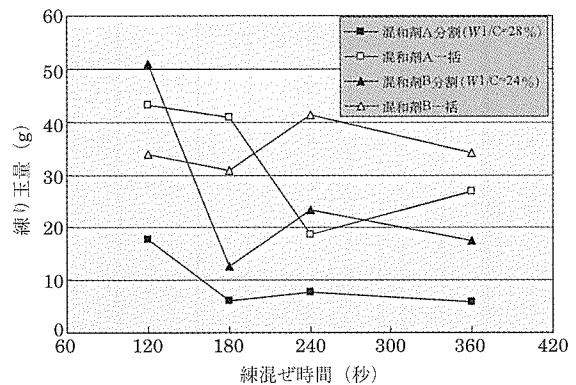


図 - 7 練り玉量 (一括練混ぜと分割練混ぜ)

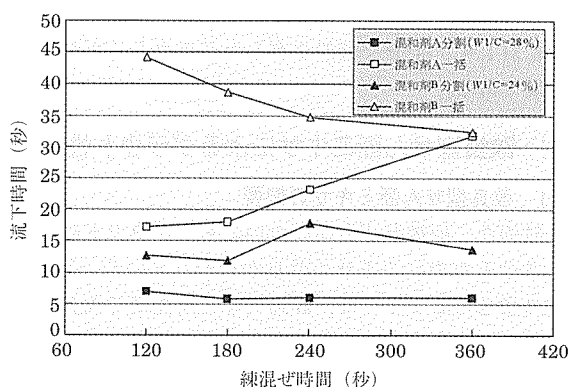


図-8 流下時間（一括練混ぜと分割練混ぜ）

果をさらに確認する。

3. 大容量ミキサによる分割練混ぜの検証

3.1 試験方法

1) 試験概要

実際の現場施工における分割練混ぜ方法の有効性と使用性を検証するために、大容量の練混ぜミキサを用いて、試験を実施した。

大容量の分割練混ぜ用のミキサは、群馬大学辻研究室で分割練混ぜ用に製作された写真-2のパン型モルタルミキサである。このミキサは、パドルが4葉脈状羽、最大容量が50ℓ、回転数が50~60rpmである。

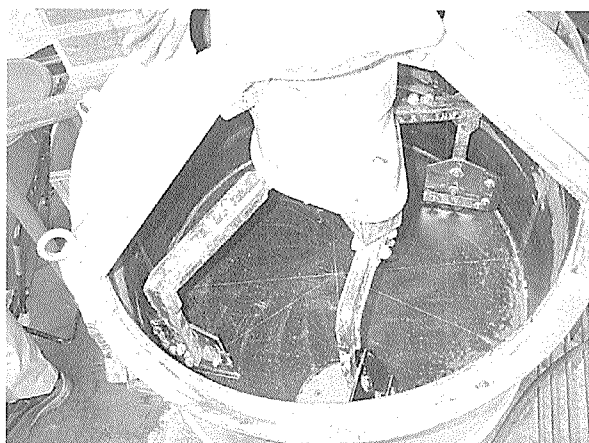


写真-2 大容量分割練混ぜ用ミキサ (50ℓ練り)

試験で使用した混和剤は、ミキサの違いによる比較を容易にするために、JIS型ミキサによる分割練り混ぜで試験結果に比較的ばらつきが少なかった混和剤Aについて実施した。

試験は、JIS型ミキサによる練混ぜ試験時と同様な条件で、全体の水セメント比 (W/C) を43%、1次水セメント比 (W1/C) を24、26、28、32%とした分割練混ぜと一括練混ぜを実施し、そのグラウト性状に対して、品質試験を実施した。

さらに、分割練混ぜによる全体の水セメント比 (W/C) の低減効果を見るために、1次水セメント比 (W1/C) 28%

で W/C を2%低減した41%とした試験体に対する分割練混ぜを実施した。

2) 使用材料

使用材料は2.1 2) に同じであるが、グラウト混和剤は、混和剤Aのみとした。

3) 配合

表-2に1試験体あたりの配合表を示す。

表-2 グラウトの配合 (大容量ミキサ)

セメントの種類	混和剤 (g)	水セメント比 (%)	セメント (g)	水 (g)	混和剤 (g)
普通ポルトランドセメント	A	43	50 000.0	21 500.0	500.0
	A	41	50 000.0	20 500.0	500.0

4) 練混ぜの方法

分割練混ぜ方法は、JIS型ミキサ時と同様に、練混ぜ水の投入を2回に分け、混和剤は、1次練混ぜ時に投入した。練混ぜ時間は、JIS型ミキサによる練混ぜ試験時に良好な品質結果が得られた90秒+90秒 (分割練混ぜ)、180秒 (一括練混ぜ) とした。

5) 品質試験

JIS型ミキサによる試験時と同様に、練り玉量測定試験、流動性試験とした。

3.2 試験結果

品質試験結果に関して、大容量ミキサとJIS型ミキサの比較を行った。1次水セメント比 (W1/C) に対して、練り玉量の関係を図-9に、流下時間 (JP漏斗) の関係を図-10に示す。

大容量ミキサによる分割練混ぜについても、練り玉量と流下時間に対して、JIS型ミキサ試験時とほぼ同様な傾向が得られた。この試験結果から、JIS型ミキサと大容量ミキサは、同様の回転性能や攪拌性能であることがわかる。

大容量ミキサによる一括練混ぜと分割練混ぜのグラウト性状を比較すると、分割練混ぜの場合、JIS型ミキサ試験時と同様に練り玉量は減少し、流下時間は短くなったが、この減少分は、JIS型ミキサ試験時と比べ、きわめて大きな変化量であり、大容量ミキサでも分割練りの効果が確認された。

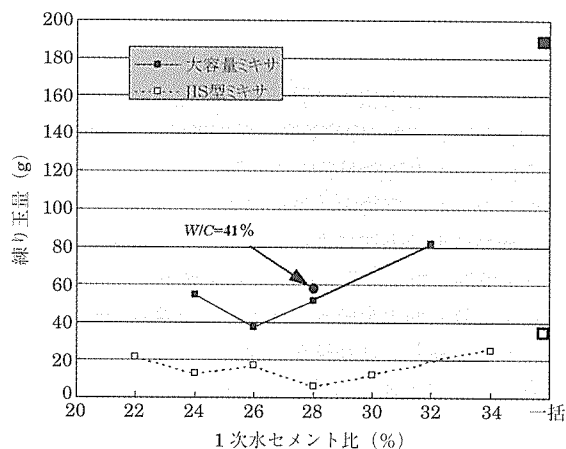


図-9 1次水セメント比と練り玉量の関係 (大容量ミキサ)

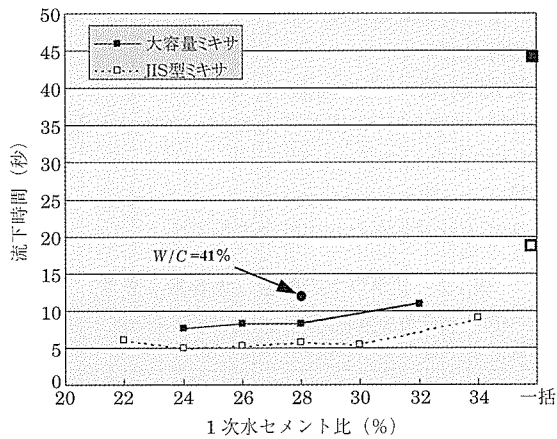


図-10 1次水セメント比と流下時間の関係 (大容量ミキサ)

また、全体の水セメント比 (W/C) を 41 % に低減した分割練混ぜの試験結果は、43 % 時と比べると、流下時間は長くなるが、練り玉量に対してほとんど差異のないグラウト性状であった。

3.3 分割練混ぜ方法の使用性

写真-3 に示すように、分割練混ぜの1次練混ぜ性状は、粘度が高く、まるで陶芸用の粘土のような性状を示すが、通常グラウトの練混ぜに用いられるせん断型ミキサでは十分な練混ぜは不可能である。



写真-3 1次練混ぜ状況

一方、実際の現場施工において、練混ぜ水の投入時期を2回に分けることは、作業効率を低下させる。実用的には2次水の自動投入の装置が必要になる。

しかしながら、実物大ミキサによるグラウト試験においても、分割練混ぜ方法によって、グラウトの練り玉が減少し、流下時間が短くなるという品質改善が確認されたため、グラウト品質の向上を図る方法として分割練混ぜが有効であることを認識しなければならない。とくに、分割練混ぜの場合、グラウト流下時間がきわめて短くなることから、所要の流動性を確保した上で、全体の水セメント比 (W/C) を低減し、密実なグラウトを作り出すことにより、グラウト自体の耐久性の向上に寄与することが期待される。その

ためには、分割練混ぜ方法で最も影響の大きい1次練混ぜ状態に対して、十分な機能を有したグラウトミキサの開発が重要である。

4. 改良型せん断ミキサによるグラウト性状

4.1 改良型せん断ミキサの概要

一般的な一括練混ぜ方法についても、グラウトの品質を向上させるためにミキサの改良が行われている。写真-4 の改良型せん断ミキサは、群馬大学工学研究室で改良されたものであり⁴⁾、円筒型の練混ぜ槽をもち、槽内面に円筒方向の流れを抑制する抑止版を鉛直方向に3枚設置している。また、槽底面は水平から傾斜しており、さらに練混ぜ羽根が槽中心から偏心して設置されている。回転数は、1 100 rpm である。

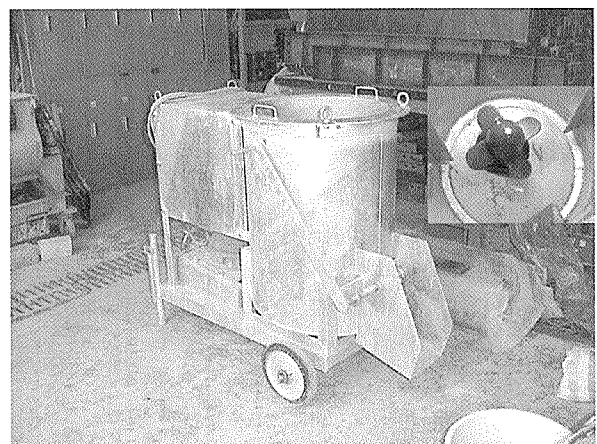


写真-4 改良型せん断ミキサ (右写真は槽内部)

4.2 試験概要

この先進的な改良型せん断ミキサを使用し、混和剤 A と混和剤 B に対して、グラウトの一括練混ぜ試験を実施した。グラウトの練混ぜ方法は、メーカーの規格に準拠し、混和剤 A は 180 秒で、混和剤 B は水+セメントで 120 秒、混和剤投入後に 120 秒とした。水セメント比 (W/C) は、分割練混ぜ試験と同様とし、表-3 に示す配合とした。練混ぜられたグラウトに対して、練り玉量測定試験、流動性試験を実施した。

表-3 グラウトの配合 (改良型せん断ミキサ)

セメントの種類	混和剤 (g)	水セメント比 (%)	セメント (g)	水 (g)	混和剤 (g)
普通ポルトランドセメント	A	43	50 000.0	21 500.0	500.0
	B	45	50 000.0	20 500.0	500.0

4.3 試験結果

改良型せん断ミキサによるグラウトは、表-4 の試験結果より、流下時間は規格値内であり、練り玉はまったく発生しなかった。また、流下時間は、混和剤 A では水セメント比を通常の 45 % を 43 % とした場合においても平均 15.7 秒と JP 漏斗による規格値の下限值に近い値となっており、

流下時間は短い傾向にある。このような結果より、従来のせん断型ミキサと比較すると、練り玉、流動性の点からグラウト品質がきわめて向上している。また、作業性においても、練混ぜ時に材料が上方へ噴出することがなく作業性も改善されている。

このミキサの構造は、分割練混ぜ方法の1次練混ぜ時のような水分量が少ないグラウトに対して練混ぜは困難であり適していないが、一括練りを行うには良好なミキサである。

表 - 4 試験結果

混和剤	水セメント比 (%)	練り玉量 (g)	流下時間 (秒)
A	43	無し	15.7
B	45	無し	20.6

注) 練り玉量は 1.2 mm ふるい、流下時間は JP 漏斗を使用。

5. フランスで使用されているグラウトの性状

5.1 フランス製グラウトについて

1) 試験概要

SEEE 協会グラウト特別分科会ではグラウト改善のための別の方策として、現在フランスで実施されている真空ポンプ併用グラウトの有効性を確認しようとしており、その一環としてフランスで使用されているグラウト材料 (Ciments d'Origny 社製 Super Stress CEM) を入手した。今回、このグラウトの性状を確認するために、実際に練り混ぜた結果、日本で通常用いられている高粘性タイプではなく、いわゆる超低粘性タイプの性状を示した。また、練混ぜ方法や流動性試験方法についても、日本のグラウトと異なっているのであわせて報告する。

2) 使用材料および配合

写真 - 5 に示すグラウト材料は、グラウト専用セメントと混和剤から成っている。混和剤は、茶色の粉末で水溶性の袋に入っており、セメント 1 袋 (50 kg) あたり混和剤 1 袋 (410 g) を練混ぜ時に袋ごとミキサに投入する。なお、袋の中にさらに小袋が入っていて別の白い粉末の混和剤 (12 g) が入っていた。

グラウトの説明書によると、水セメント比 W/C は最大で 38 % とされていることから、練混ぜ試験の配合は、W/C =

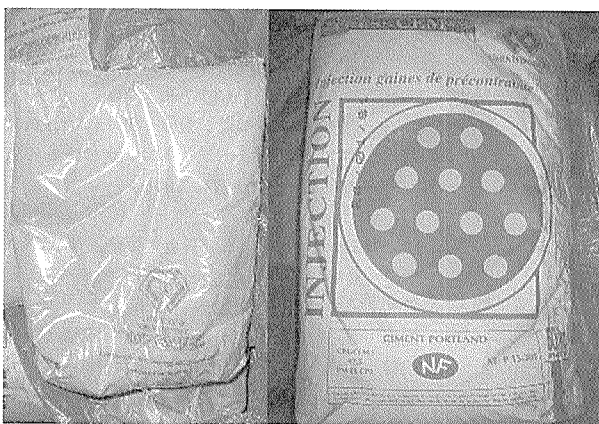


写真 - 5 グラウト材料
(左：混和剤、右：セメント)

38, 36, 33 % について行った。表 - 5 に各グラウトの配合を示すが、参考として先に分割練混ぜの試験で使用した混和剤 A を用いたわが国で標準的な高粘性タイプのグラウトの練混ぜも行った。

表 - 5 グラウトの配合

試験体 NO.	混和剤	水セメント比 (%)	セメント (g)	水 (g)	混和剤 (g)
S-1	SSC	38	25 000.0	9 500.0	205.0
S-2	SSC	36	25 000.0	9 000.0	205.0
S-3	SSC	33	22 540.0	7 440.0	185.0
A-1	A	43	25 000.0	10 750.0	250.0

3) 練混ぜ方法

グラウトの説明書では、1 500 rpm のミキサを使用し、水に混和剤を投入して 1 分間の練り混ぜ後、さらにセメントを投入して 4 分間の練混ぜを行うことになっている。日本では 1 000 rpm 程度のミキサが多いため、本試験では 1 回の練混ぜ量を 20 ℓ 以下とし、1 300 rpm のハンドミキサを使用し、規定時間どおりに練り混ぜた。なお、全バッチで練り玉は測定されず、十分な練混ぜが行われたものと考えられる。

5.2 試験結果

1) 流動性試験

JP 漏斗による流下時間の測定結果を表 - 6 に示す。

表 - 6 グラウト流下時間 (JP 漏斗) の配合

試験体 NO.	水セメント比 (%)	流下時間 (秒)
S-1	38	3.5
S-2	36	4.0
S-3	33	10.6
A-1	43	16.4

水セメント比 (W/C) を小さくすると流下時間は多少長くなるが、フランス製グラウトは、明らかに超低粘性の性状を示した。また、S-3 について経時変化を見るために静置したところ、30 分後には粘性がきわめて高くなり流動性を失っていたが、再度練混ぜたところ流下時間は 11.6 秒まで回復し、揺変性 (チキソトロピイ) が確認された。

なお、フランス製グラウトの流下時間の規定は、“Marsh コーン” と呼ばれる測定器で測定し、12~25 秒である。練混ぜ試験後に同コーンを手に入したので、図 - 6 に参考として形状寸法を示す。このコーンによる流出時間の測定方法は、日本の方法とは若干異なり、コーンの円錐部分に溜めたグラウトの自然流下により、コーンの下においた容量 1.0 ℓ の容器が満杯になるまでの時間を計測する (写真 - 6)。

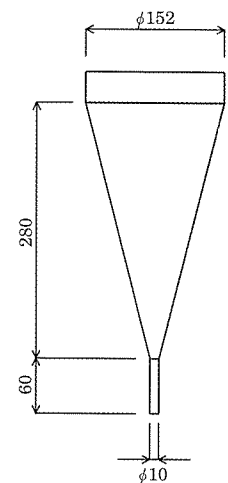


図 - 11 Marsh コーン

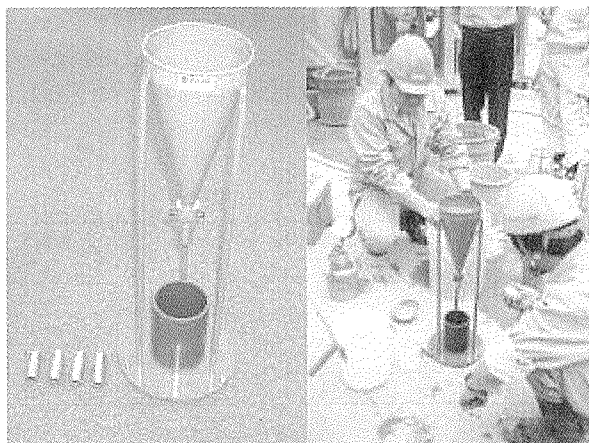


図-6 Marsh コーンによる流動性試験

2) その他の品質試験

グラウトの練上がり温度は、平均 18℃であり、通常の使用範囲であった。ブリーディングは測定されなかったが、塩化物イオン量（希釈法による）は平均で 0.50 kg/m³であり、国内の規定値を若干超えていた。圧縮強度試験結果は S-1 (W/C=38%) で 30 N/mm²であった。

6. ま と め

今回の試験で明らかになった点を以下にまとめる。

- ①分割練混ぜによる PC グラウトの性状は、一次水セメント比 (W/C) に大きく左右されるため、使用するミキサに応じて最適な W/C を求める必要がある。
- ②PC グラウトにおいて分割練混ぜを行うと、従来の一括練混ぜと比較して練り玉の量が減少するため、より均一でかつ高品質のグラウト施工が可能となる。
- ③JP 漏斗の流下時間については、分割練混ぜを行うと一括練混ぜの場合より短くなり、流動性が改善される。これはグラウトの水分量を減少させても所定の流下時間を確保でき、グラウトの高品質化、高強度化が可能ということである。
- ④分割練混ぜにより練上がったグラウトを観察すると、一括練りの場合と比べて、気泡が少なく、水に溶けにくいことを確認した。
- ⑤分割練混ぜによるグラウトの性状は、ミキサの性能に大きく左右されるため、ミキサの開発・改良が必要である。
- ⑥フランスで使用されているグラウト材は、日本でいうところの超低粘性グラウトに分類できるが、その性状および取り扱い方法については、さらに検討が必要である。

以上のように、PC グラウトの品質は、混和剤のみならず、練混ぜ方法やミキサ性能の影響を大きく受ける。

本研究において、練混ぜ方法をかえた試験で比較を行った結果、大容量ミキサにより分割練り混ぜられたグラウトは、改良型せん断ミキサにより一括練り混ぜられたグラウトと比較すると粘度が高いように感じられた。この練混ぜ直後のグラウトを容器に溜めた水の中に垂らした場合、水に溶けにくく、高い水分抵抗性が観察された。

また、分割練混ぜしたグラウトは、粘度が高い外観的性

状を示すが、さらに水セメント比 (W/C) を小さくしても流動性が確保されるため、グラウトの高品質化、高強度化が期待できる。近年、現場施工における PC 橋のコンクリートにおいても設計基準強度 60 N/mm²程度まで使用されており、その観点からもグラウトの高強度化の必要性が高い。

グラウトの高強度化に関しては、高粉末度の高炉スラグ微粉末をセメントの一部と置換したグラウトに対する研究も行われている²⁾。高炉スラグ微粉末をセメントの一部と置換することは、セメント由来の塩化物量を制限し、グラウト内の塩化物量を減少させるため、PC 鋼材に対する防錆効果の面からも改善効果がある。

グラウトに対しては、PC 橋の耐久性を担保するものとして、今後、練混ぜ方法やミキサ性能の改善とともに、さらに高品質、高耐久性のグラウトを目指した材料面からの改良も望まれる。

7. おわりに

品質の良いグラウトを確実に充填することを可能にするため、SEEE 協会特別分科会では、グラウト自体の品質向上を目的として「分割練混ぜ」の適用可能性を検討してきた。分割練混ぜは、グラウトの品質改善という目的に対して、一つの解決策となることが明らかとなった。本報告が、グラウト研究の一助になれば幸いである。

本研究は、分割練りの分野ですでに先進的に研究されている群馬大学辻研究室にご協力いただき、実施したものである。また、将来の実施工を視野に入れた大容量ミキサ試験の際には、分割練混ぜ用に改良されたミキサ (50ℓ) や、改良型せん断ミキサ (100ℓ) を快く使用させていただいた。辻教授の御厚意と御理解に対して厚く御礼を申し上げます。

最後に、多忙な実務の合間を縫って、グラウトの分割練りの基礎的な勉強から、さまざまな試験に参加いただき、多くの助言をいただいた SEEE 協会グラウト特別分科会メンバーの方々にも感謝の意を表します。

参考文献

- 1) PC グラウト & プレグラウト PC 鋼材施工マニュアル：(社)プレストレスト・コンクリート建設業協会，1999
- 2) 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，No.3，pp47-56，1994.5
- 3) 宮前俊之・辻幸和・池田正志・広瀬晴次：分割練混ぜ方法による高粘性 PC グラウトの製造，第 11 回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集，pp763-768，2001
- 4) 辻幸和・広瀬晴次・北山裕康・田中和重：新型ミキサによる高粘性 PC グラウトの製造，第 11 回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集，pp769-774，2001

* 記：SEEE 協会グラウト特別分科会・分割練り WG
 菅野 昇孝 (㈱富士ビー・エス 技術本部)
 新井 達夫 (川田建設 ㈱ 技術部)
 安森 浩 (ドービー建設工業 ㈱ 設計部)
 田村 多佳志 (三井建設 ㈱ 土木設計部)
 牧 大樹 (ビーシー橋梁 ㈱ 工務部)
 河田 洋志 (㈱エスイー 工務部)

【2002 年 11 月 29 日受付】