

# PC グラウト施工に関する技術開発への一つの取り組み

山口 隆裕 \*1・広瀬 晴次 \*2・成沢 邦彦 \*3・島根 征哉 \*4

## 1. はじめに

PC 構造のグラウトに要求される性能としては、主に PC 鋼材の腐食防止効果と、内ケーブル方式の場合には加えて母体となるコンクリートと PC 鋼材の一体性の確保が挙げられる。もし、グラウトの施工が不備であれば、PC 構造の耐荷性能と耐久性にきわめて重大な影響を与え、極言すれば早期の落橋を招くこととなる。このように、グラウトは主ケーブルと同様に PC 構造の生命線でもあるにかかわらず、今日、PC グラウトの欠陥<sup>1)</sup>が顕在化されてきたことについては、技術者として真摯に受け止めなければならない問題である。

グラウト施工を良好に行うには、混和剤の開発だけではなく、あらゆる粘性のグラウトに対応できるミキサや注入用施工機器の開発、グラウトの流動性試験などの試験方法や施工後における充填状況などの検査方法の確立、さらには、妥当な作業計画と技術者のみならず実際に施工する作業員のグラウトに対する重要性の認識徹底等すべてが重要となってくる。

## 2. PC グラウトの現状と取り組み

2002 年版土木学会コンクリート標準示方書<sup>2)</sup>では、グラウト用混和剤にノンブリーディングタイプを用いることを標準とすることが規定されており、グラウトのブリーディング問題に対しては大きな進捗が見られるようになった。著者らは、早くからグラウトの重要性を認識し、1982 年にはノンブリーディングタイプの PC グラウト用混和剤を導入し、その普及に努めてきた。また、PC グラウトがダクト内を確実に流動するためには、ダクト断面積は挿入される緊張材断面積の 2.5 倍以上必要であると提案してきた。2.5 倍という数値は、フランスからの技術導入時以来の値である。

近年、混和剤においては多様な粘性特性をもつ物が開発されてきたが、それに対応して、施工機器が改良されてきたとはいいがたい。現場で実際に使用されているミキサの性能を確認したところ、驚いたことに混和剤によっては均質にグラウトの練混ぜが行えず、同一条件で練り混ぜても機械ごとにグラウトの特性が大きく変化する場合のあることが明らかとなった。このことは、いくら高性能の混和剤を用いてもその性能が十分に発揮されないおそれのあるこ

とを示している。

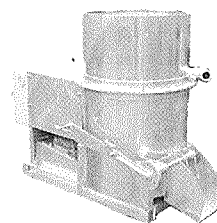
そこで、グラウトの施工を安定して良好に行うためのもっとも重要な第一歩は、高品質のグラウトを均質に練り混ぜるためにグラウト用ミキサを改良することと均質に練り混ぜられたグラウトをダクトへ容易にかつ確実に注入するための施工システムの確立であると考え、開発を進めることにした。また、上記機器の開発と並行して、グラウトの流動性試験における流下時間（フロー値）を計測者の熟練度や個人差等によって影響を受けずに、機械的に安定して測定する試験方法の開発を行った。グラウトの流動性を的確に評価することは、機器の性能評価の指標となるばかりでなく、グラウトの施工計画および硬化後の品質保証にきわめて重要と考えたからである。

以下に、新たに開発された機器、PC グラウトに関する施工および試験方法などについて報告する。

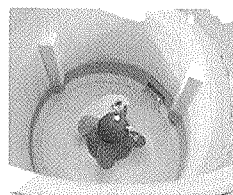
## 3. 施工機器と注入方法

### 3.1 ミキサ

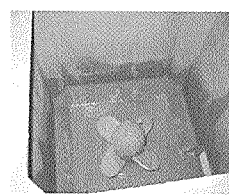
高品質のグラウトを均質に練り混ぜることを目標として新しく開発したミキサを写真 - 1 に示す。このミキサは、群馬大学の辻幸和教授の発案を基に開発されたものである。これまでのミキサと大きく異なる点は、練混ぜ槽を円筒とし底面と練混ぜ羽根が水平から 15 度傾斜していること、内



ミキサ外形



改良型



従来型の一例

ミキサ内部

写真 - 1 開発したミキサ

\*1 Takahiro YAMAGUCHI : FKK 極東鋼弦コンクリート振興 (株) 技術研究所

\*2 Seiji HIROSE : FKK 極東鋼弦コンクリート振興 (株)

\*3 Kunihiko NARISAWA : FKK 極東鋼弦コンクリート振興 (株)

\*4 Seiya SHIMANE : FKK 極東鋼弦コンクリート振興 (株) 機材センター

面側壁に円周方向の流れを制御する一定の長さの三角形の突起を鉛直方向に設けたことである。突起は円周方向に3箇所設置した<sup>3)</sup>。

これらの改良により従来型ミキサと比べて、

- 1) 練混ぜ時に材料が上方へ噴出することがなくなり、作業環境が著しく改善された。
- 2) 1.2 mm ふるいを通したあとに残るグラウトの練り玉量は、きわめて少なくなった。
- 3) グラウトの流下時間は短くなり、高粘性型のグラウトでは従来型ミキサの2/3程度になる場合もあった。
- 4) グラウトの流下時間の経時変化をみた場合、従来型ミキサで練り混ぜた時には、練混ぜ直後から30分後にかけて流下時間は大きく増加したが、開発したミキサを用いた時には60分後まで大きな変化は見られなかった。

などの効果が見られ、高粘性型でノンブリーディングタイプのグラウトにおいても、開発したミキサにより均質に練り混ぜられることが確認された。

### 3.2 グラウト用施工ユニット

グラウト施工はいくつかの機器を組み合わせて行うものであり、個々の機器の性能が優れていても、それらが適切に組み合わせられ効率よく施工されなければ意味がない。開発したミキサと推奨される機器を組み合わせたグラウト用施工ユニットの一例を写真-2に示す<sup>4)</sup>。本ユニットは現場において作業者が高品質のグラウトを均質に練り混ぜ、確実に注入できることを目的として構成したものである。ある程度の規模のグラウト施工を合理的、かつ経済的に行うために構成されたものであり、材料の投入、練り混ぜ、注入の一連の作業が効率よく行え、トラックなどの荷台に載せ自由に移動できる。

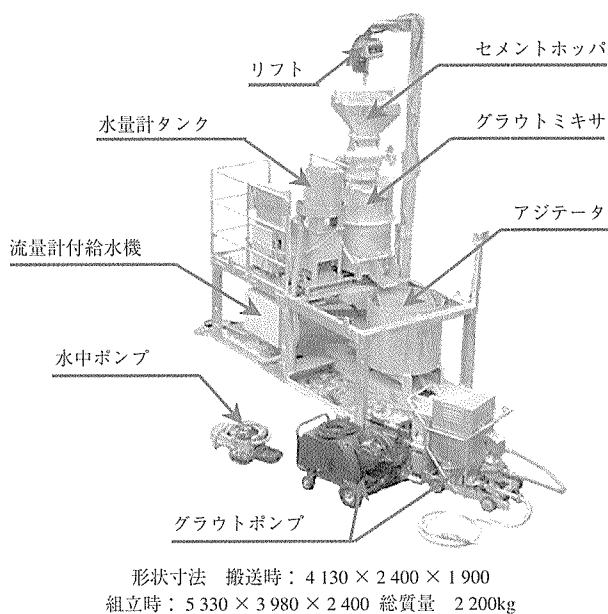


写真-2 グラウト用施工ユニットの一例

ここでは、セメントのミキサへの投入方法の一つとしてホッパを用いた方法を提案している。セメントのホッパへの投入は、人力により橋面上などの安定した場所で行い、ミキサへの投入はホッパとリフトを用いて、セメントが跳ね上がることなく機械的に適量ずつ連続的に行うことができる。これにより、一度に多量のセメントをミキサに投入することもなく、熟練者でなくてもつねに均質で練り玉量の少ないグラウトが練り混ぜられるようにした。これまでのミキサへのセメント投入状況との比較の例を写真-3に示す。

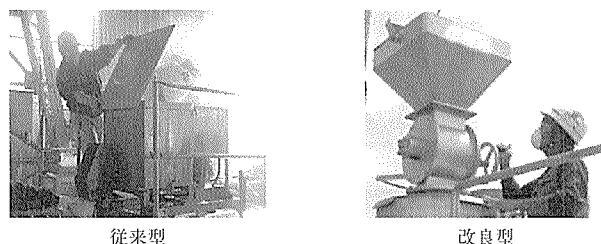
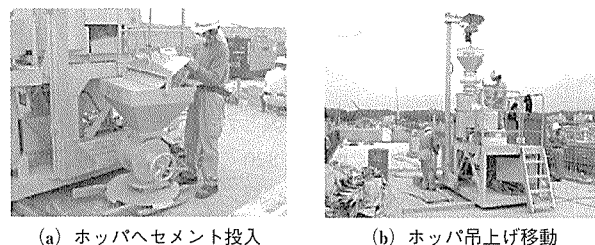


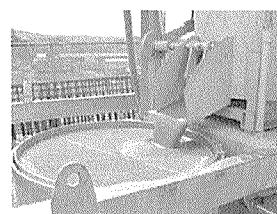
写真-3 従来型と改良型のセメント投入状況の比較

また、施工の規模に応じて構成機器の組合わせを変更し、経済的なユニットを構築することはもちろん、個々の機器



(a) ホッパへセメント投入

(b) ホッパ吊上げ移動



(c) ミキサからアジテータへ

写真-4(a)～(c) ユニットを用いた練混ぜ状況

表-1 構成機器の特性 (一例)

名称	規格	
	グラウトミキサ	容量
グラウトミキサ	回転数	500 ~ 1 000 rpm
	回転数制御方法	インバータ制御 (無断変速)
グラウトポンプ	吐出圧力	3.5 MPa
	吐出量	2.3 ~ 40 ℓ / min
	吐出量制御方法	インバータ制御 (無断変速)
アジテータ	容量	300 ℓ
	回転数	80 rpm
セメントホッパ	容量	32 ℓ
水量計タンク	容量	セメント4袋 (100 kg)
水量計タンク	容量	45 ℓ

所要電気容量：10.5 kw

のみでの使用も可能である。

なお、本ユニットは試験施工を重ね、現場での施工性を確認しながら逐次改良していく予定である。現場での施工状況の一例を写真 - 4 (a) ~ (c) に示し、現在における構成機器の特性をまとめて表 - 1 に示す。

3.3 真空ポンプ併用注入システム

PC 鋼材が挿入されたダクト内のような狭く細長い空間に、ある程度の粘性をもつグラウトを注入する場合、押すだけでなく吸入による引く力も併用して行うほうが、より合理的な方法であることは容易に想像できる。そこで、ダクト内の空隙ゼロを目指し、あらゆる粘性のグラウトに対しても注入しやすく確実にダクト内を充填する施工方法として、3.2 節で示したグラウト用施工ユニットと真空ポンプを併用した新しい注入システムを提案している。

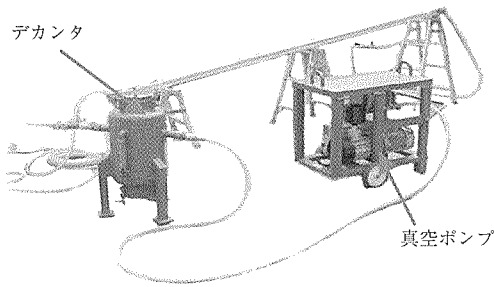
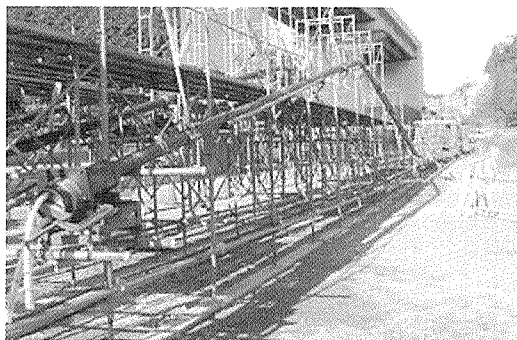


写真 - 5 真空ポンプ

真空ポンプはフランスより購入したもので、写真 - 5 に示すように外形約 700 × 950 × 820 の台車下部に積載されており、デカンタ (40 ℓ) と接続して用いられる。小型、空冷であり、音も静かできわめて取り扱いやすいポンプとなっている。能力としては、内径約 φ 100 mm、長さ 60 m の外ケーブルダクト内部を 10<sup>3</sup> ~ 10<sup>4</sup> Pa (0.1 気圧相当) の真空にするのに 2 分程度であることが確認されている。

3.3.1 真空ポンプを併用したグラウト注入試験例

真空ポンプを併用したグラウト注入試験の一例を写真 - 6 に示す。長さ 60 m のダクトを 3 本用いて、混和剤の種類と真空ポンプ併用の有無を要因とし試験を行った<sup>5)</sup>。使用した材料と機器の概要を表 - 2 に、機器の配置状況を図 - 1 に示す。ダクト内部には PC 鋼材を挿入して、実構造物と同等のダクト内空隙率とした。



供試体全景

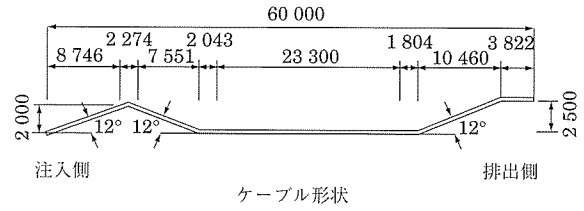


写真 - 6 試供体概要

図 - 2 はシース内部最大圧力発生箇所である圧力計 1 での示度の時間履歴を示したものである。真空ポンプの併用によりダクト内部の圧力が低減することが示されている。グラウトの排出口到達時において、ダクト内部に生じた最大圧力は 0.2 MPa 程度であり、併用しなかった場合と比べて 0.1 ~ 0.15 MPa 小さくなった。今回真空ポンプの有無にかかわらず平均吐出量を 12 ℓ/min と一定としたため、注入時間に差は生じなかったが、ダクト内部圧を等しくした場合には、真空ポンプ併用により注入時間の短縮が計られるものと考えられる。

グラウト硬化後、図 - 3 に示す区間の PE 管を取り除きグラウト充填状況について目視による確認を行った。各区間において鋼材が露出しているような重大な欠陥は見られず、グラウトはほぼ確実に充填されていたが、注入ポンプのみでは、写真 - 7 に示すような局所的な未充填部分が一部に確認された。一方、真空ポンプを併用した場合にはこのような未充填箇所は見られなかった。各区間において、気泡等による空隙の体積を算出し、ダクトごとにまとめた結果を図 - 4 に示す。真空ポンプ併用の有無により下り傾斜部から平行部に移行する箇所 (区間 B, C) での充填状況に

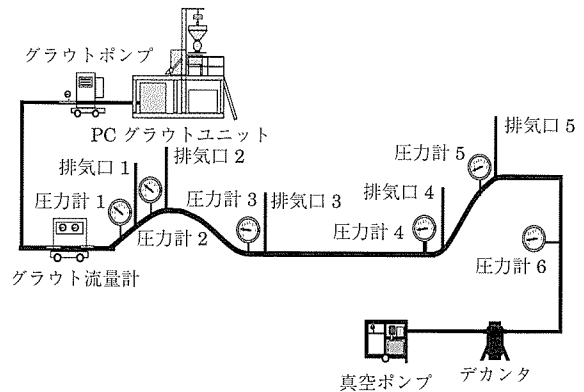


図 - 1 グラウト機器の配置関係

表 - 2 使用材料およびグラウト機器

混和剤	高粘性タイプ (A 社, B 社)
セメント	普通ポルトランドセメント
水	水道水
定着具	外ケーブル用定着具 19ER15
PC 鋼線	19S15.2
シース	PE 管
グラウト注入機器	PC グラウトユニット
真空ポンプ	能力 10 <sup>3</sup> ~ 10 <sup>4</sup> Pa, 94 m <sup>3</sup> /h

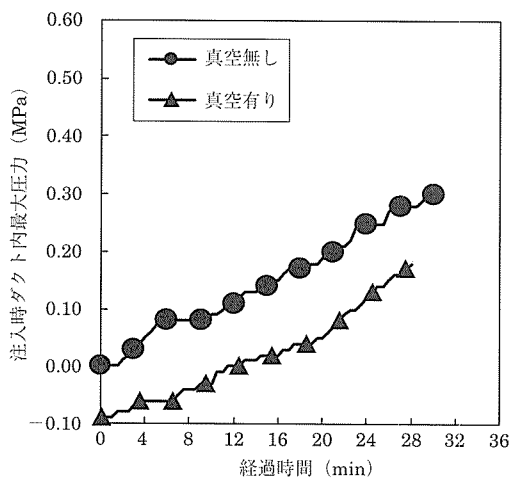


図-2 ダクト内部圧力

差が生じており、グラウトを完全に充填するために注意を要する箇所での空隙の発生率を真空ポンプを併用することにより抑制できることが確認できた。

写真-8にはPC鋼より線の芯線と素線の間におけるグラウトの充填状況の一例を示す。真空ポンプ併用によって、この素線空間におけるグラウトの充填率が向上する傾向が確認された。

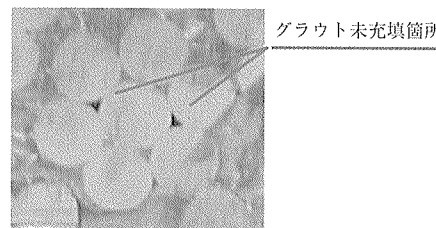


写真-8 サンプル断面詳細

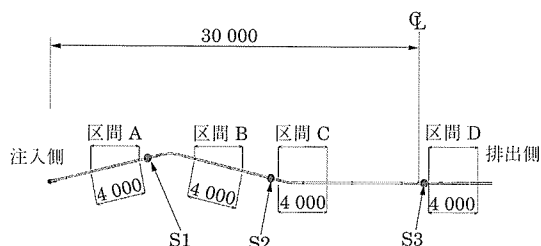


図-3 サンプルングおよびPE管除去位置

これらの結果より、グラウトの注入において真空ポンプを併用することは施工の信頼性を高め、耐久性を向上させるためには、きわめて有効な方法と考えられる。現在、真空ポンプを併用したグラウトの注入実績はわずかであるが、これから施工実績を重ねデータを蓄積していく予定である。

#### 4. グラウトの流動性試験機と流動性

PCグラウトの流動性能の指標として、現在、土木学会のPCグラウト流動性試験 (JSCE-F531)<sup>6)</sup> に準じて求められる流下時間が用いられている。しかしながら、流下時間は計測者の熟練度や個人差、等によって真の値と大きく異なるおそれのあることが指摘されている。そこで、PCグラウトの流動性試験における流下時間を正確に、かつ、簡便に得ることを目的として、秤による流下質量または流下体積の計測を基本とした試験機の開発を行った。また、開発した試験機は、単に流下時間を求めるだけでなく、パソコンと接続しグラウトの流動性能を定量的に評価することも可能となっている。

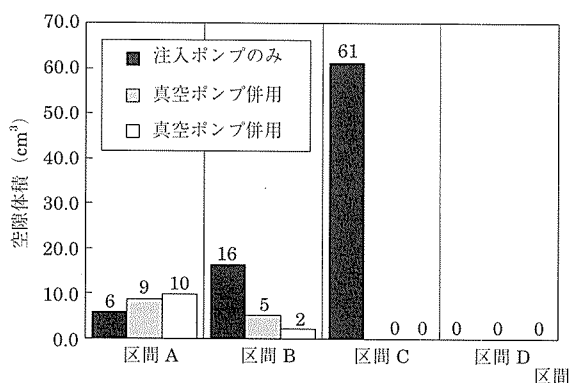


図-4 グラウト未充填体積

##### 4.1 開発したグラウト流動性試験機の特徴

開発した試験機の特徴をまとめて以下に示す。

- 1) 現在使用しているJP, J<sub>14</sub>漏斗をそのまま使用できる。
- 2) 秤を用いて機械的に流下時間 (フロー値) を測定できるので、測定値に人為的誤差が含まれない。
- 3) 測定において複雑なキー操作は必要でなく、だれでも容易に流下時間を測定できる。(Fタイプ)
- 4) 小型プリンターを接続することにより、測定結果を機械的に記録しておくことができる。(Fタイプ)
- 5) パソコンを接続し流下質量または流下体積とそれらが流下する時間の関係などを求めることにより、流動性能を詳細に検討することができる。(Lタイプ)

試験機には、現場での操作性と耐久性に優れたFタイプと研究用のLタイプの2つのタイプがあり、写真-9にはその機器構成を、表-3にはハードウェアの概要を示す。

##### 4.2 実用性

開発した試験機の性能と実用性を確認するために行った

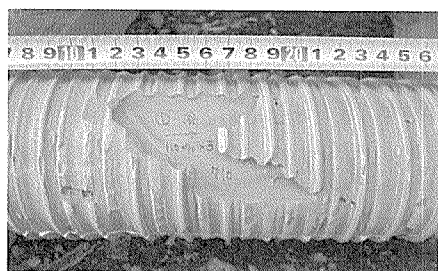


写真-7 グラウト未充填箇所

実験結果の一例をつぎに示す。図 - 5 は開発した試験機より得られた一定の体積 (25 cm<sup>3</sup> ~ 500 cm<sup>3</sup>) が流下する時間と従来の土木学会の方法による流下時間の関係を示したものである。以降、一定の体積が流下する時間を土木学会方式の流下時間に対応させて体積時間と記す。土木学会方式の流下時間は 5 人の平均値である。漏斗には JP 漏斗を使用し、混和剤には A 社製の高粘性型ノンブリーディングタイプのものを用いた。両時間の関係は図に示すように線形関係となり、相関係数 0.998 という強い相関をもつ一次式で表すことができた。これにより、秤で流下時間を計る手法の妥当性が証明されたわけであり、開発した試験機により

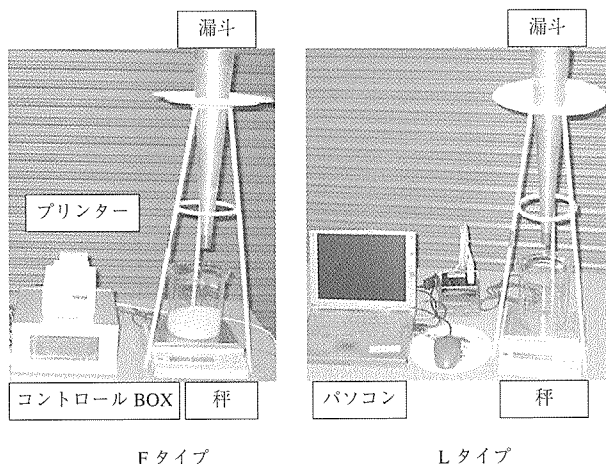


写真-9 グラウト流動性試験機

表-3 ハードウェアの概要

コントロールBOX	秤用 IFB 内蔵 (プリンターおよびパソコン出力付き) 設定および結果表示用タッチパネル内蔵, 幅 200 × 奥行 230 × 高さ 115
秤 (ロードセル式)	検定品 3 000 g / 1 g, 約幅 190 × 奥行 220 × 高さ 55 mm 重さ 約 1.25 kg
小型プリンター	ドットインパクト式, 紙幅 60 mm

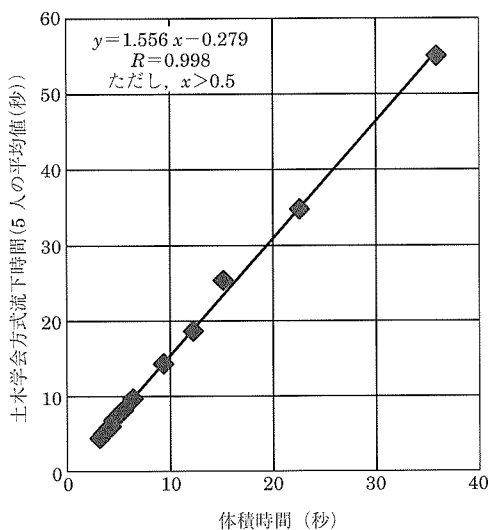


図-5 流下時間と体積時間の関係

機械的に精度良く土木学会方式の流下時間を推定できることが確認された。

### 4.3 流下時間と流動性

パソコンを接続した L タイプの試験機によりグラウトの流下質量又は流下体積とそれらが流下する時間の関係を求めることが可能となった。著者らは、本試験機の開発当初からこれらの関係に興味を持っており、これらの関係を基にグラウトの流動性能を評価すべきではないかと考えていた。

ここでは、実験より求められたグラウトの流下体積と流下する時間の関係から、グラウトの流動性能についていくつかの検討を行ったので報告する。

#### 4.3.1 W/C の影響

高粘性型混和剤を混入し W/C を意図的に変化させたグラウトの流下体積と流下する時間の関係を示したのが図 - 6 である。使用した漏斗と混和剤は 4.2 節で示したものと同一である。流下体積とそれが流下する時間の関係は粘性のため非線形となっており、W/C が小さく粘性が高いほど曲線の傾きが小さくなり、また、漏斗内の残存グラウト量が少なくなるほど非線形性が強まり、曲率の大きくなることが示されている。ちなみに、土木学会での流下時間は、流下体積が 550 cm<sup>3</sup> 以上のある一点での測定値であり、現在それを流動性の指標としているが、流下曲線の何をもってグラウトの流動性能を評価するのが良いのか、これからの検討課題だと思われる。

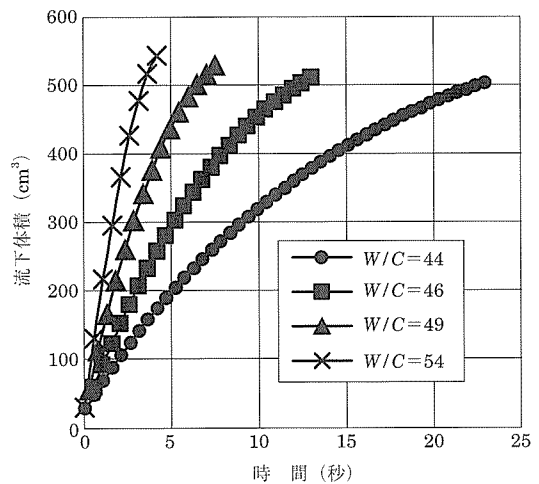


図-6 流下体積と時間の関係

#### 4.3.2 混和剤の粘性特性と流下時間の関係

混和剤の粘性特性とグラウトの流下時間との関係を明らかにすることを目的として、3種類の混和剤を用いて流動性試験を行った。用いた混和剤は、A社製およびA社製より粘性が小さいB社製のものとそれよりさらに粘性の小さいC社製のものである。ここでは、便宜上A社製を高粘性、B社製を中粘性、C社製を低粘性と示す。また、高粘性と中粘性のW/Cは45%、低粘性の水粉体比は32%と規定されており、J<sub>14</sub>漏斗での流下時間は気温20℃で、高粘性が10秒、中粘性が5.5秒、低粘性が3.5秒程度を標準として

示されたものである。試験より得られた結果の一部を表 - 4 に示す。表中の(1)と(2)は練混ぜ後の経過時間が異なることを示している。土木学会方式の流下時間は4人の平均値でJP漏斗による値である。

図 - 5 中の一次の関係式によって体積時間から求めた推定流下時間を表 - 4 に推定値として示すが、混和剤の粘性特性に関係なく土木学会方式の流下時間とほぼ対応した結果となった。この結果から、土木学会の試験は、体積を基準とした方法であることが再確認されたわけであるが、土木学会方式では計測終了時となるグラウト流が急激に細くなるまでに、漏斗から流下するグラウトの量が粘性特性によって異なった。すなわち、粘性が小さいほどグラウトが漏斗に付着する量は少なく、その分流量の多くなる傾向が見られ、今回の混和剤においては、低粘性の方が高粘性より質量で約 100 g 多く流下した。このことは、土木学会の方法ではグラウトの密度によっては流下体積も計測時においてつねに一定であるとは保証されておらず、測定した流下時間は流動性の指標とはなり得ないおそれのあることを示している。

本システムで求められる体積時間は、漏斗へのグラウトの付着量に影響を受けずに機械的に安定して得られるため、今後、これを基に土木学会方式の流下時間を推定するのではなく、体積時間そのものを流動性の指標とすることがより合理的と考えられる。ヨーロッパの基準 (EN 445) に示される Marsh コーンによる流動性試験<sup>8)</sup>においては、流下時間の測定は漏斗容量約 1 800 cm<sup>3</sup>のうち一定量 1 000 cm<sup>3</sup>が流下するまでの時計計測時間となっている。写真 - 10 に Marsh コーンを示す。

表 - 4 混和剤とグラウトの流下時間

混和剤	流下時間	体積時間	
		(秒)	
中粘性 (1)	8.7	6.0	9.1
中粘性 (2)	11.7	7.3	11.1
低粘性 (1)	10.0	6.3	9.5
低粘性 (2)	6.9	4.6	6.9

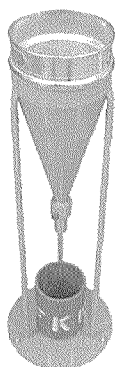


写真 - 10 Marsh コーン

#### 4.3.3 練り混ぜ機器とセメントの保存状態の影響

3章で示したような現場で用いられている4袋練りミキサと対応した小型の試験用1袋練りミキサを新たに作製し、

これまで少量のグラウトの練混ぜに一般的に用いられているハンドミキサでの練混ぜにより得られる流下時間との相違を確認するために試験を行った<sup>9)</sup>。ハンドミキサの表示回転数は1 250 rpm、1袋練りミキサは1 050 rpm程度に調整したものであった。また、セメントの保存状態が流下時間にどの程度の影響を及ぼすのかを把握するため、セメントには1年程度袋のまま屋内に放置していた物(以降、風化セメントと記す)と建材店から購入後3日目のセメント(以降、新セメントと記す)を用いた。ただし、購入前の保存状態とその日数は不明である。1袋練りミキサによる1回の練混ぜ量はセメント25 kg分、ハンドミキサはセメント5 kg分とした。混和剤にはA社製を用いた。

図 - 7 に試験より得られた練混ぜ時間と流動性試験機より得られた推定流下時間の関係を示す。図中の%の数値は水セメント比を示す。グラウトの練上がり温度はすべて15 ± 2℃の範囲に収まっている。練混ぜ時間は混和剤投入後の値である。練混ぜ時間2分の場合、練混ぜ機器とセメントの保存状態の違いにより、水セメント比が同じでも得られる流下時間が10秒近く異なる結果となった。3分では6秒程度の差となっており、風化セメントを使用してハンドミキサで練り混ぜたグラウトの流下時間は、水セメント比42%の新セメントを使用した1袋練りミキサのそれとほぼ同じ値となっている。このことは、流下時間はセメントの保存状態や練混ぜ機器の性能を規定しないかぎり水セメント比を保証する指標とはならないが、逆に、規定さえすれば、施工現場において容易に得られる流下時間によって、練混ぜたグラウトの水セメント比を推定しその品質を保証できることを示している。水セメント比の保証に特別な機器を用いて測定する必要もなくなる。

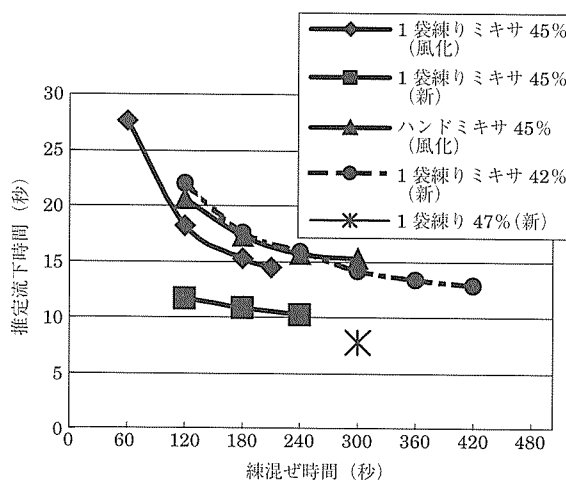


図 - 7 練混ぜ時間と流下時間の関係

#### 4.3.4 流動性の評価

現在、多種多様のグラウト用混和剤が開発されているが、それらを混入して練混ぜたグラウトは、粘性特性だけではなくチキソトロピー性、なども大きく異なっている。したがって、漏斗で求める流下時間では流動性の一つの指標にはなりえるが、流動性を適正に評価できていないのが現状

である。

最終的に、グラウトの流動性の良否は、現場でのグラウトのダクトへの充填性能、ポンプ圧送性能、および硬化後の品質等により判断されるべきである。今回開発した流動性試験機では、グラウトの流下体積と流下時間の関係を得ることができるので、これらの流下曲線と充填性能等との関係を求めることにより、理想とするグラウトの流動性を定量的に示していく予定である。

## 5. ま と め

著者らは、グラウトの施工を安定して良好に行うためのもっとも重要な第一歩は、高品質のグラウトをいつでも均質に練り混ぜることのできるグラウト用ミキサの開発と、そのグラウトをダクトへ容易にかつ確実に注入するための施工システムの確立であると考え、鋭意開発を進めてきた。また、グラウト用混和剤の適性評価と施工機器の性能評価には、練り混ぜられたグラウトの品質を正確に定量的に評価する試験システムの構築が必須と考え、新たな流動性試験機を提案した。まだ開発途上のものもあるが、グラウトの信頼性回復が早期に望まれている現状を考え、現在までの研究成果を報告させていただいた。

これらの研究の成果が、グラウトの流動性改良や施工計画の立案の資料となれば幸いである。

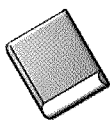
## 謝 辞

グラウト用ミキサと流動性試験機の二つの開発において、群馬大学の辻幸和教授に多大なる御指導、御支援を賜った。オリエンタル建設(株)にはグラウト用混和剤の一部を御提供いただいた。また、真空ポンプ併用のグラウト注入試験においては、(株)銭高組東海環状津保川橋上部工工事作業所に御協力を頂いた。ここに、関係各位に深甚の謝意を表します。

## 参 考 文 献

- 1) Concrete Society Technical Report 47 "Durable Bonded Post-tensioned Concrete Bridges", 1996
- 2) 土木学会, 2002年制定コンクリート標準示方書 [施工編], 2002年3月
- 3) 辻, 広瀬, 北山, 田中: 「新型ミキサによる高粘性PCグラウトの製造」, プレストレストコンクリート技術協会, 第11回シンポジウム論文集, 2001年11月
- 4) FKK フレシネー工法施工基準, 2003年版
- 5) 内山, 野永, 山口: 「PCグラウト注入における真空ポンプと注入ポンプ併用の効果」, コンクリート工学年次論文集. Vol.25, No.2, pp.745 ~ 750, 2003年7月
- 6) 土木学会, 2002年制定コンクリート標準示方書 [規準編] 土木学会規準, 2002年3月
- 7) 山口, 広瀬, 笹子, 島根: 「PCグラウトの流動性に関する試験システムの開発研究」, プレストレストコンクリート, Vol.44, No.5, 2002年9月
- 8) EUROPEAN STANDARD, EN445, 1996
- 9) 山口, 広瀬, 内山: 「PCグラウトの流下時間に関する研究」, 土木学会第58回年次学術講演会, V-313, 2003年9月

【2003年7月8日受付】



刊行物案内

# 第1回 fib コンgress 2002 — 21世紀のコンクリート構造— 論文集

(平成14年10月)

平成14年10月に大阪で開催された標記コンgressの講演論文集です。

下記の3種類となります。

- (1) プロシーディングス1(印刷物 全2巻):  
全ての招待講演論文および採用論文の要旨  
(1論文あたり2ページ)を掲載  
頒布価格: 10 000円(送料1 200円別途)
- (2) プロシーディングス2(CD-ROM 全3枚):  
全ての発表論文を掲載  
頒布価格: 2 000円(送料400円別途)

- (3) プロシーディングス3(印刷物 全8巻):  
プロシーディングス1および全ての採用論文を掲載  
頒布価格: 30 000円(送料2 000円別途)