

土木学会制定「グラウト指針」に規定されたグラウト試験器具 (1章 流下方法試験器具)

昭和 36 年に改定された PC 指針には PC グラウト指針案としてグラウトの規定が新に盛り込まれ、試験方法についても規定が設けられている。

グラウトの試験方法については、まだ十分な国内の資料がなく、今回の改定にあたっては 2 系統のグラウト試験方法を併列して規定することになった。

すなわち、1 章、3 章、5 章、は今回の指針制定に際し学会グラウト専門委員会において数多い統一試験を行なった結果規定されたものであり、2 章、4 章、6 章、はドイツで一般に行なわれている方法で、北海道土木技術会で深く研究されている方法を採用したものである。

ここでは 1 章、3 章、5 章、に規定された試験方法のうち、1 章 流下方法の試験器具について説明する。

(1) 試験器具の検定

正しい試験結果をうるためには正確に作られた器具を用いなければならない。

学会では製品 5 個に 1 個の割合で下記項目について抜取試験を行ない、完全な製品が使われるよう留意している。

- (a) 断面寸法の検査：特に溝寸法の誤差について注意している。
- (b) ロート材料の分析：試験器具の耐久性を大きくする材料を使っている。
- (c) 仕上げ面の検査：流下時の側面抵抗は一定でなければならない。
- (d) 試験使用：個々の検査で見おとした欠陥を見出せる。
- (e) 外観検査：試験には支障がないものでもキズのあるものは検査で不合格にしている。

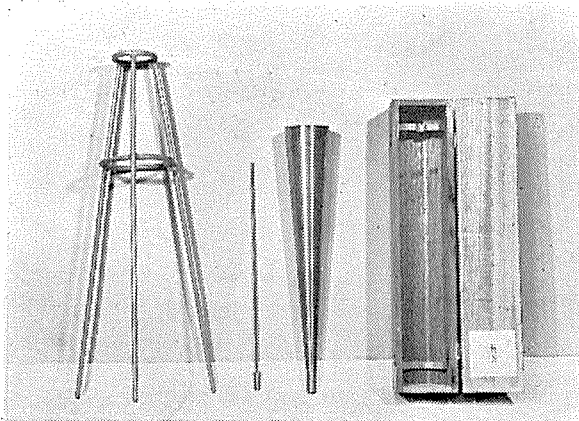
(2) 試験器具の部品名

- a) 方金製ロート (学会検定済検印付) 1 個
- b) 方金製有溝裁頭コーン 1 個
- c) 鋼製ロート受け台 (塗装) 1 個
- d) 木製納入箱 (学会検定済証, 製品番号添付) 1 個

(3) グラウト試験器具に関する資料

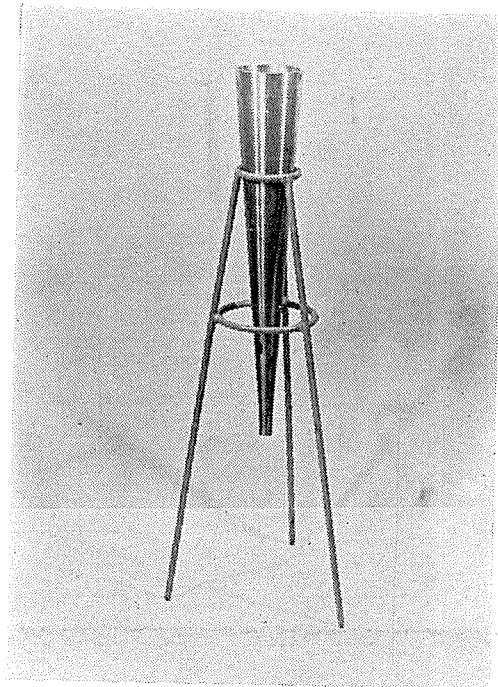
現在土木学会グラウト分科会において、施工資料、実

写真-1 PC グラウト指針 1 章 流下方式 試験器具一式



(資料 13)

験室資料を集収中であり、これがまとめれば別に発表される。ここに示したのは、1 章、2 章、の試験器具の関連性を調べた実験室 (大成建設技術研究部研究室) における実験結果である。写真-2 PC グラウト指針 1 章 沈下方法 試験器具設置状況



この試験はグラウト モルタルをビンガム物体と仮定し、可塑性粘性 (η_{pl}) と降伏応力 (θ) とを回転粘度計を用いて測定した。そして PC グラウト指針 1 章 流下方法 と 2 章 沈入方法の各試験器具 を用いて測定したグラウト流動性測定値の関連を調べたものである (図-1~4 参照)。

これらの図からわかるように、沈入方法の測定結果は、 η_{pl} と関連性があるが、流下方法の測定結果では両者の関係は明瞭でない。また両方法の測定結果とも降伏応力 θ との間の相関性は少ない (したがって見掛けの粘性とも相関性は少ない)。

実際のセメント ペーストは水の中にセメント粒子が浮遊したサスペンションであって、しかも水が加えられた瞬間から水和反応を起しつつ、化学的にも変化する。また、せん断応力の変化に対し、ゾルとゲルの可逆変化をおこす thixotropy という現象もある。これらの現象のほかグラウト施工の難易に影響を与えるすべての因子を反映し、施工難易を端的に表示できる試験器具の製作は非常に困難である。たとえば、図-5 に示すように、施工の難易に最も影響が大きいと思われる見掛けの粘性係数 (η_{pl}') はせん断速度 (実際施工における注入速度) により変化するものである。しかし、指針に規定された試験器具では、一定のせん断速度に対して測定することになり、施工条件を完全に再現しているとはいえない (手動式ポンプを使って注入する場合には、ポンプの 1 サイクルごとにせん断速度が 0 になっているものと考えてよい)。

しかし、実際に施工上の問題が起るのは、せん断速度の小さい領域であり、この意味では、せん断速度の小さい領域で測定を行なうことになる流下方法試験は、試験方法として適当であるといえるのである。

土木学会 PC 指針 PC グラウト 指針案 PC グラウト 試験方流の流動性を測定する2方法
(第1章流下方法, 第3章沈入方法)の関連性を示す図

図-5 からわかるように、せん断速度の小さい領域では、わずかのせん断速度の変化により見掛けの粘性はいちじるしく変化するため、測定データがちらばりやすい。しかしこれで試験器具が悪いとはいえないのである。ただ、測定誤差も大きく反映してしまうことになるから、(4)で述べるようにできるだけ誤差を少なくする方法で測定しなければならない。

さらに、PCグラウト指針の試験

器具はビンガム body と考えた場合には解決できない。実際施工に影響をおよぼす諸因子を忠実に反映し、このため η_{pl} , θ との相関性がうすくなることもありうる。例えば、流下方法では小さな粒子が溝につまって、見掛けの粘性の測定値が ∞ になることがある。これは実際施工上も起こりうることであり、かつやはり好ましくないことである。そしてこれは回転粘度計ではつかみ得ない要素である。

しかし、指針に示された試験方法で実際のグラウトの条件を正確に再現できるとはいえない。ゆえに試験器具で、実際施工において支障となる要因を発見できなかったり、逆に施工上問題にならない因子に鋭敏に影響されるようでは、試験器具として適当なものとはいえない。

試験器具の改善のためにも施工資料をできるだけ多く集める必要があるのである。

(4) 流下方法試験器具の特徴と取扱い上の注意

1. 流下方法試験器具は、操作が簡単で丈夫で安価なことのほかに(3)で述べたように、この試験器具は種々の因子を鋭敏に反映することも特徴である。しかし、これらの因子の中で実際施工には、さほど影響のないものや、さらには測定中の誤差にまで鋭敏に反応してしまうこともある。したがって、以下に述べるように、できるだけ誤差をとり除いて測定する注意が肝要なのである。

図-1 沈入値 (p_{en}) と可塑粘性 (η_{pl}) の関係

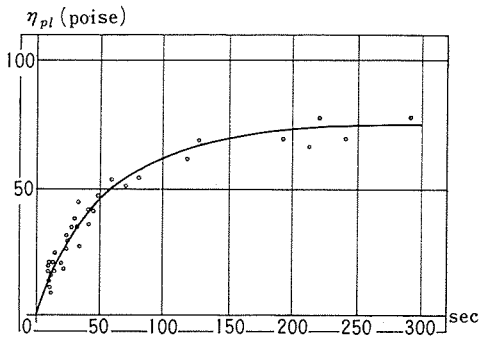


図-3 沈下値 (p_{en}) と降伏応力 (θ) との関係

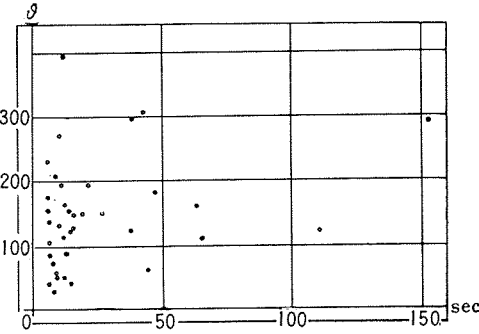


図-2 沈下時間 (t_l) と可塑粘性 (η_{pl}) の関係

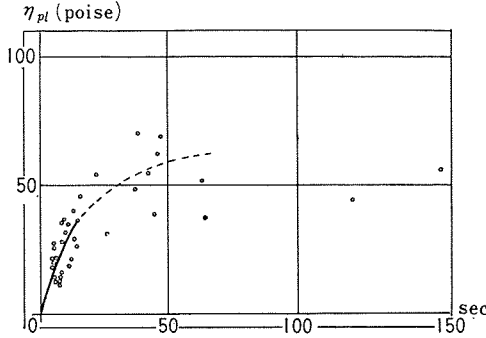
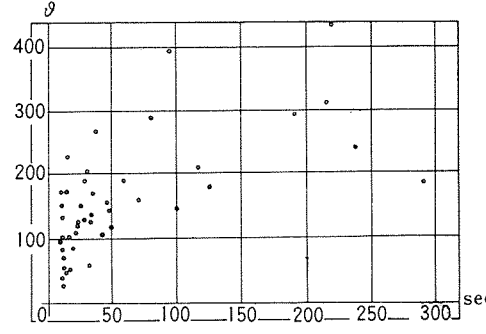
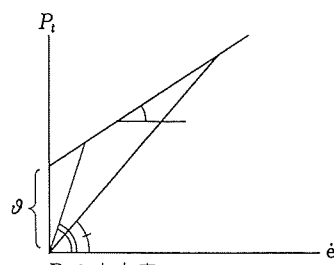


図-4 流下時間 (t_l) と降伏応力 (θ) の関係



2. 小さな 図-5 ビンガム物体と考えた場合の粘性

粒でロートがつまり測定が不可能になるような時は、この粒が施工の支障になりうるから、高速かくはんできるミキサを使用すべきである。



- P_i : 応力度
- $\dot{\epsilon}$: せん断速度
- \angle : ニュートン液体と考えた場合の粘性係数 (η_{pl})
- $\angle \angle$: 見掛けの粘性係数 (η'_{pl})
- θ : 降伏応力

3. ロート

面、孔周辺と流下ペーストとの摩擦を小さくするためロートは、いったん水にぬらしてから用いるのがよい。

4. 試験終了後、有溝裁頭コーンがロートから離れにくいときは、下から棒でつけば簡単にとれることが多い。

5. ペーストの面が低下して、測定棒先端が見える前にペーストの面が少し盛り上がる。したがって「ストップウォッチの押し終り」を、少なくとも、一連の施工中は統一しておく必要がある。

価格 7500円 (送料共)

製造元 株式会社 新井鉄工所 墨田区江東橋2の8 T (631) 1286

注文受付 社団法人 土木学会事業課 新宿区四谷1丁目 T (351) 5138

PC グラウト 沈入・収縮率試験器

本試験器は PC グラウトの注入施工のとき、グラウトのコンシステンシー試験および収縮率（膨張率）試験を行なう装置で、北海道土木技術会プレストレスト コンクリート研究委員会の PC グラウト注入施工指針および土木学会プレストレスト コンクリート設計施工指針（グラウト試験方法 2 章，4 章）にもとづいて製作されており、製品はしかるべき機関の検定に合格しております。

● PC グラウト 沈入試験器 （コンシステンシー試験用）

試験用器具は底板つき円筒、沈入錘、定規棒からなっております。試験に先立って本体の内面および沈入錘を清水で洗ってから湿布でふき、円筒を付属の水準器によって鉛直にすえつけます。次にグラウト約 1.9 l（円筒本体の上縁から約 280 mm）を 図-1 A の位置まで充填し沈入錘を円筒内に静かに入れ定規棒で止め金を支えたとき、グラウト上面は沈入錘の上面以上にあるようにします。なお A の位置は付属の定規棒のせん端に白色塗料の標識がありますから容易に確認できます。次に定規棒をはずして沈入錘を自由沈下させ 500 mm 沈入するに要する時間を測定し、これを 3 回行ない、コンシステンシーは第 2 回，第 3 回の平均時間にて表示します。試験終了後は清水でよく洗条し円筒内部は底板をぬきとって付属のブラシを使用し、傷つかないように注意して洗ってください。

- | | | |
|-------|---------------|---------|
| 仕 様 | (1) 寸法 | 図-1 参照 |
| | (2) 重量 | 24.5 kg |
| | (3) 主要部材料 | 銅合金 |
| 付 属 品 | (1) ストップ ウォッチ | |
| | (2) ブ ラ シ | |
| | (3) 定 規 棒 | |
| | (4) 木製格納箱 | |

写真-1

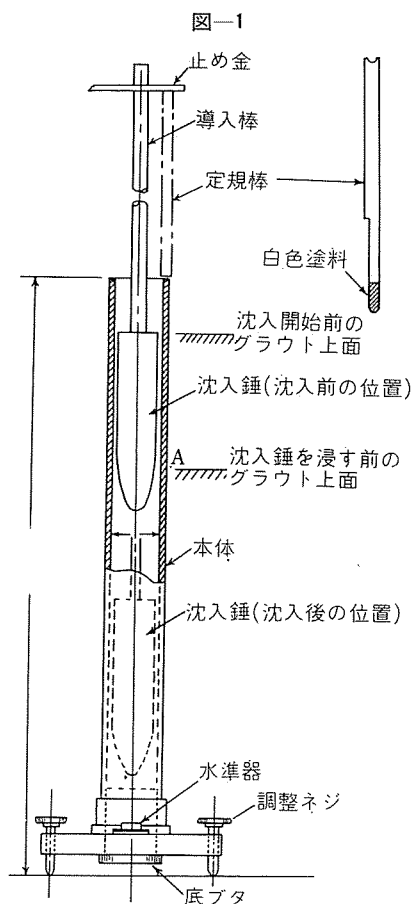
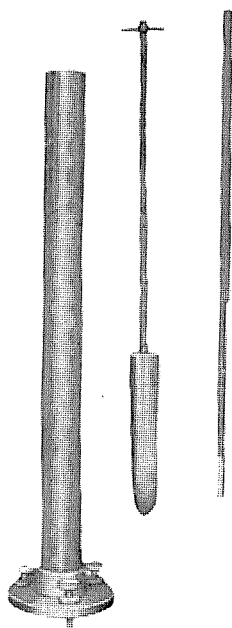


写真-2



● PC グラウト収縮率試験器

収縮率（膨張率）試験にはカン詰用 2 号押ボタン（内径 99 mm，高さ 120 mm），3 個の測定孔を有する測定用フタ，およびポイント ゲージを使用します。水平に置かれた押ボタンにグラウトを底から約 100 mm まで満たし，軽くゆすってグラウト面を平らにします。次に測定用フタを押ボタンに正しくかぶ

せ、標線を押ボタンカンの継目に合わせます。測定用フタの上にポイントゲージを置いて測定孔から測定針を静かに降ろし、針のせん端がグラウト面と接触したときの深さを 0.1mm まで読みとります。測定は 3 個の測定孔について行ない、その平均値をグラウト面の最初の位置とします。なお 6 個の測定孔のついた測定用フタを用いる場合は、内側の 3 個の孔で測定を行ないます。次に測定用フタを取り除き押ボタンをかぶせますが、このとき押ボタンにグリースを塗るなどして気密になるよう注意する必要があります。24 時間経過したのち、前と同様にして測定を行ない収縮率（膨張率）を求めます。分離水が残っている場合は水面の位置も同時に測定して残留水量を求めておくのがよく、試験は 3 個以上の供試体について行ないます。測定後、再び押ボタンをかぶせ気密にして養生し圧縮試験供試体として用います。

収縮率（容積百分率）

$$= \frac{24 \text{ 時間経過後のポイントゲージの読み} - \text{最初のポイントゲージの読み}}{\text{底からグラウト面までの最初の高さ}}$$

PC グラウトの収縮率（膨張率）は各供試体の収縮率の平均値で表わします。

試験方法の詳細については土木学会プレストレストコンクリート設計施工指針および北海道土木技術会プレストレストコンクリート研究委員会の PC グラウト注入施工指針を御参照下さい。

写真-3

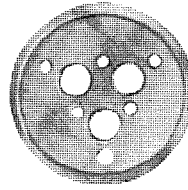
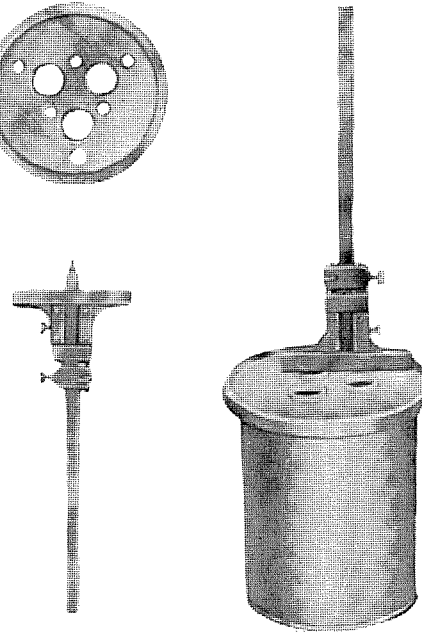


写真-4



仕 様

測定板	寸法	外径 112 mm
		内径 102 mm
		厚さ 3 mm
	材質	アクリル樹脂
ポイントゲージ	能力	150 mm
	最小目盛	0.05 mm

理 化 学 器 械 ・ 計 測 器
販 売 ・ 設 計 ・ 製 作

M 株式会社 **早坂工業所**

本 社	札幌市北 1 条東 11 丁目	T (2)7483 (5)4366
室蘭出張所	室蘭市輪西町一条通	T 5 0 5 2
旭川出張所	旭川市住吉町三条	T 9 7 3 8
工 場	札幌市菊水北町二丁目	T (3)3428 (4)4019

土質、コンクリート、アスファルト試験器

製 作 ・ 販 売

谷藤機械工業株式会社

本 社 東京都千代田区九段 2 の 1 千代田会館ビル T (代) 331-9821