

# PC グラウト

(3)

樋 口 芳 朗\*

## 4. 施工に当たっての注意

以上で述べてきたところにより、PCグラウトに対して留意すべき点はおのずから明らかにされたと思われるが、現場で守るべき鉄則としては、注入機器をよく清掃し整備しておくこと、注入作業の経験を積み重ねたエキスパートを配置しておくこと、シース・ホースなどの注入路を閉そくしないこと…のように何でもないことのようにしかも重要なことが多い(これらをよく守ることはPCグラウトに関しての大論文を読むより実際的にははるかに重要である)。現場で注意すべきことは、土木学会PCグラウト施工指針に網らされているわけであるが以下おさらいの意味もふくめて概観してみたい。

### (1) 材 料

PC桁には、普通ポルトランドセメントあるいは早強ポルトランドセメントが用いられるので、これらをPCグラウトに用いることは便利であり、かつ適当と思われる。セメントが風化しないよう注意することは、とくに重要である。

保管状況に十分注意した場合でも、注入作業の開始に先立ってセメントを1.2mmふるいでふるうことは、セメント塊や異物をのぞくために重要である。しかしある現場における経験によると、たとえふるったセメントを用いたグラウトでも、低性能ミキサ(120rpm程度)を用いると練り混ぜ中に相当量の粒を生じ、閉そく事故の主原因となったので、グラウトをふるうことと高性能ミキサを用いることなどを守る必要が認められる。

PCグラウトの場合、減水剤を用いることは苦勞しないでグラウトの品質を上げるという意味で必要不可欠と思われる。したがって、セメントと減水剤との組合わせにおいて異常現象が認められないよう留意することはきわめて重要である。

混和剤のうちには、硬化促進用に塩化カルシウムをふくんでいるものがある。PC鋼材をさびさせる恐れがあるので、このような混和剤の使用は避けるべきである。

\* 工博 国鉄鉄道技術研究所 構造研究室長

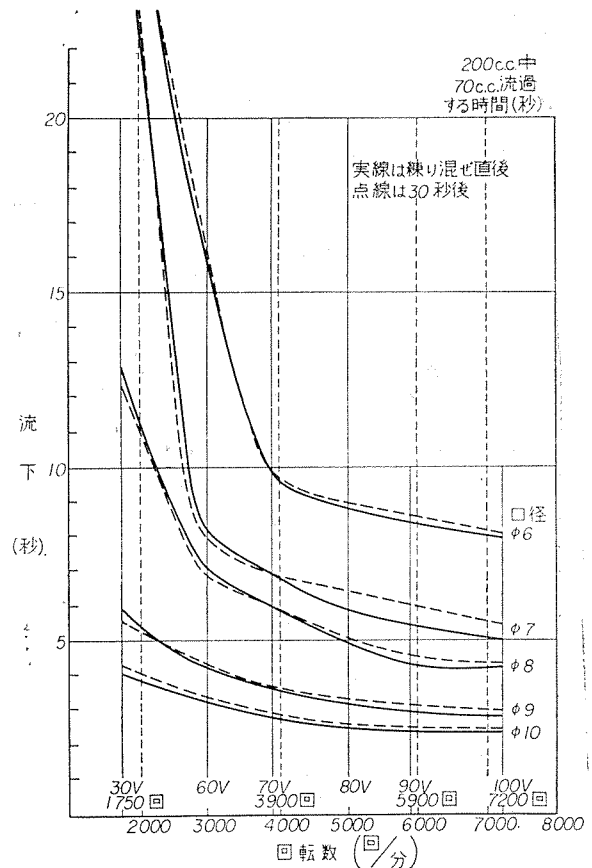
発泡剤としてアルミ粉末を用いPCグラウトを膨張させることは、グラウトのてん充性をオートマチックに高めるとい意味で強く推しようしたい。現在減水剤とアルミ粉末を用い相当量の膨張をさせることは世界の大勢として認められている。グラウトに膨張性を与えることはてん充性を高めるだけでなく、排出孔その他から余じょう水を追放する圧力を自動的に形成するという意味でも有効である。形成された圧力が有害な作用をおよぼすような過大なものとするのはもちろん避けるべきであるが、10%までの膨張量なら害より益の方がはるかに多いと筆者は判断しているし、世界の大勢もまたそのようである。

フライアッシュを混和材として用いることは暑中施工のさい有利である。微砂の採用を考える必要のあるさいは、まずフライアッシュ採用の適否を考えるべきであろう。フライアッシュ混和によって遅延作用を得ることができるが、グラウトの硬化をさらに遅らせる必要の認められるときは遅延剤の採用を考えるべきである。

### (2) ミキサ

(1)でも述べたとおり120rpmといった低速ミキサはPCグラウト用として不適當である。図-8で明らかに、高速練り混ぜが微細な空げきにたいする浸透性を顕著に改善するから、高性能ミキサの使用は強く推

図-8 回転数のコンシステンシーにおよぼす影響



しょうされるべきであると判断される。高性能ミキサを用いることにより作業をスピード化することもできるが、強力なミキサを用いた場合でも適当な減水剤を用いることが水セメント比の低下のために有効であること、強力な練りまぜを長く続けると、グラウトの温度上昇とこれにともなうグラウトの過早な硬化という好ましくない現象を起すので、迅速に注入を完了するか低速練りまぜに移れるようにしておく必要の認められること、強力なミキサを用い適当な減水剤を用いたにしても、水セメント比を過度に小さくとると、練りまぜを終わって注入作業に移ったのち急速にコンシステンシーが落ちて好ましくないこと（練りまぜ作業は決してシース内にまでおよばない）などに留意すべきである。ちなみに、プレバッドコンクリート用ミキサにおいても初期に用いられた低速ミキサは漸次高速ミキサに移行しつつあるようである。

(3) 試験

土木学会PCグラウト試験方法には、Jロート（図-9）を用いた流下方法および沈入装置（図-10）を用いた沈入方法の二方法が示されている。流下方法は、小型の簡単なロートを用いているので現場用として便利であるし、沈入装置は実験室内で詳細な検討を行なうのに適している。グラウトの粘性的特質をもっと詳細に調査するため、油その他を対象として用いられている回転粘度計を推しようする向きもあるが、PCグラウトのような粒子懸濁液にたいしてこのような測定器を用いることに疑問があるだけでなく、PCグラウトが実際施工されときの状況を再現していないという点でJロートや沈入装置より劣ると思われる。Jロートにおいては、現在有

溝コーンをそう入して4個の微小溝を形成させたのちグラウトを流下させる方法だけが記されている。これはPCグラウトがもっと微小空間を通らなければならないこともあること、スペーサーやカップラーが存在するためシース内には断面の急変するところがあること、有害な粒の存在は鋭敏にキャッチする必要のあること、シースの出口付近ではほとんど圧力のかからない状態で、この程度の空げきをてん充する必要にせまられることなどを考えて定められたものであり、現場でこの測定がスムーズに行なえないようなグラウトを採用することは一般に好ましくないと思われる。しかし、やや硬練りのグラウトを用いた場合、測定結果がデリケートに影響される面もあるので、有溝コーンを用いず、単にロートだけを用いて測定する方法をも併用するのが適当と思われる（図-11）（アメリカ、フランスなどでロートが愛用されていることは前に述べたとおりであるし、筆者は、ロートによるコンシステンシー測定が円滑に行なえる範囲にグラウトの選択範囲を限定されることをくり返しておすすめする次第である）。土木学会PCグラウト指針案では、流下時間 10~30 秒、沈入時間 30~40 秒を標準として示しているが、これまでに述べてきたとおり、グラウト

図-9 Jロート

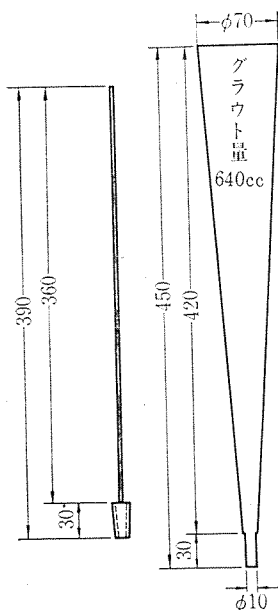


図-10 沈入装置

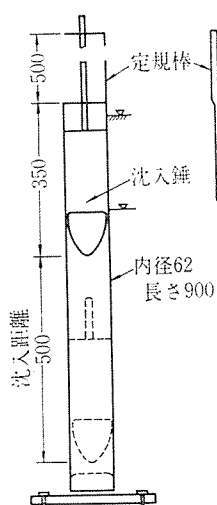
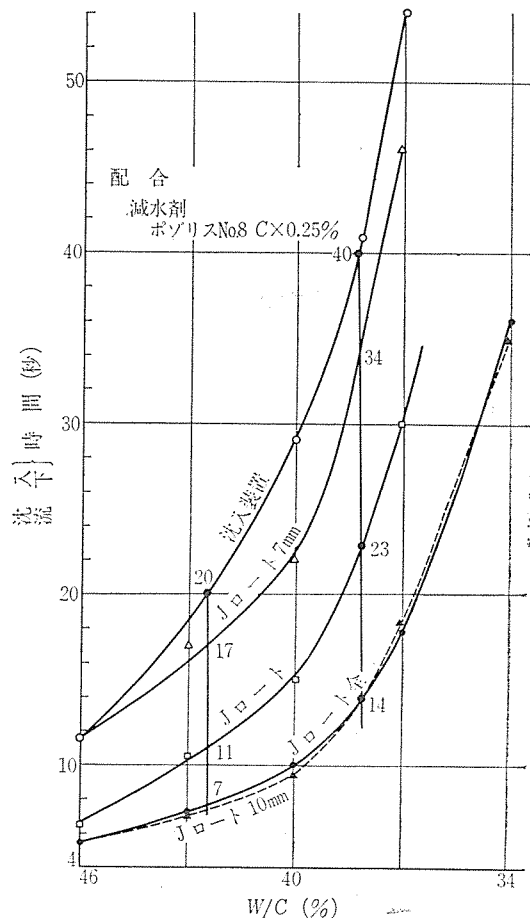


図-11 コンシステンシーの測定例



のてん充性にいよいよ重点がおかれてくる大勢にあるから、てん充性に劣る場合は、少し軟らかめのコンシステンシーを選ぶこととし、流下時間7~12秒(有溝コーンを用いる場合)、6~8秒(有溝コーンを用いない場合)、沈入時間16~27秒を標準とする動きが有力である。ドイツ国内でもDywidag工法その他のようにてん充困難と思われる場合は、さらに軟らかめのコンシステンシーを許しているようである。

土木学会PCグラウト試験方法には、体積方法と高さ方法の二方法が示してあるが、高さ方法を案出したドイツでも測定が面倒なので簡易方法に移行しつつある傾向がうかがえる。体積方法は、アメリカで従来この種の試験にたいして行なわれていたところのメスシリンダーに直接グラウトを注いで測定する方法にくらべて、メスシリンダーの破損が少なくなる点で有利である。ただしブリージング率の測定に難点があるが、グラウトに膨張性を与え、ブリージング水を自動的に追放する方式をとればよいのであって、ブリージング率の測定を神経質に行なうことは得策でないと思われる。

膨張性グラウトを用いた場合の強度試験結果の解釈は困難な問題をふくんでいるが、すでに述べてきたようにグラウトの強度がPC部材の構造特性におよぼす影響は小さいので、この問題を深く究明する必要の認められなくなったことは好つごうであった。

#### (4) 寒中における施工

良質の減水剤混和による単位水量の低減、AE剤あるいは発泡剤混和による空気泡発生、初期の一定期間一定温度以上に保つことなどに注意を払うべきことが明らかにされてきている。

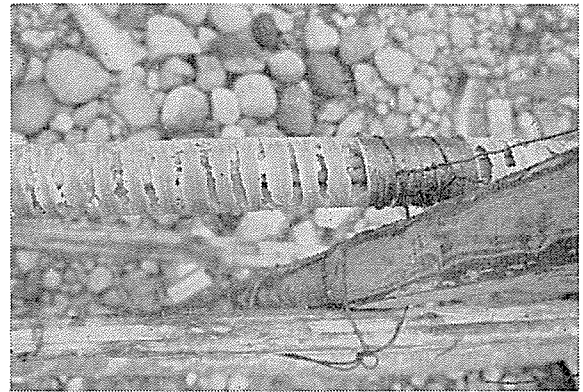
土木学会PCグラウト指針案では、注入路周辺の温度を注入前に10°C以上にしておき、グラウトの温度は、注入後少なくとも5日間5°C以上に保つよう規定されている。この後段が現場では大きい重荷になるわけであり、特に寒地で5日間10°C以上とするよう示方された場合は、困難の度合を増すわけであるが、この対策としてもっともすぐれていると思われるのは、あらかじめシース周辺に被覆電熱線を配置しておき、局部的加熱を行なうことであることはすでに述べたとおりである(宮口尹秀:温床線によるグラウトの養生について、プレストレストコンクリート1964.10)。この場合あまり温度を上げないことに留意しさえすれば、少しぐらい温度分布の不均一を生じたとしても気にする必要はないと思われる。

#### (5) 満足なてん充を行なうための注入

この問題がPCグラウトについての諸問題中もっとも重要なものであることはすでに指摘したとおりである。

写真-2 排気孔を設けない場合の連続桁用試験シース頂部付近の空けき

(野口,小池:PC鉄道橋の施工に関する二,三の私見,プレストレストコンクリート1962.8)



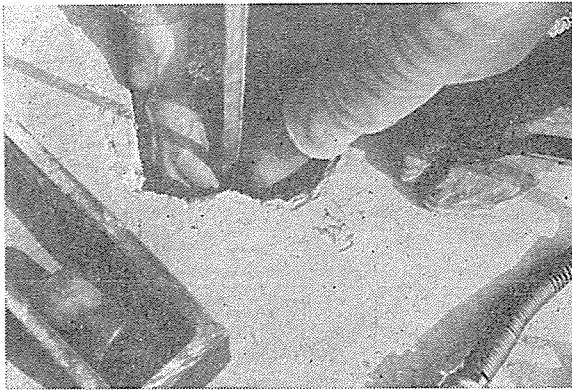
PCの心臓であるPC鋼材周辺に空けきを残すことはきわめて好ましくないから、採用したPC工法におけるてん充の難易をよく考え、適当なてん充性を持つグラウトを採用し、原則としてグラウトが下から上に進むように施工すること(グラウトが頂部まで上がって下がるような構造の場合は頂部に排気孔を設ける必要がある(写真-2))、注入路内壁・PC鋼材周辺等の面積和は相当な量に上るからあらかじめ通水すること、この通水のさい注入路を清掃し閉そく物の有無を検すること、注入端からの逆噴を防止する手段を講じること、アルミニウム粉末混和による発泡作用を利用してグラウトを膨張させ、未てん充部を満たすとともに自動的排水を行なうことなどに留意するべきである(例えばフレシネー工法を取った場合、雌雄コーンの間に綿をつめておいて、膨張性グラウトから脱水させることは良い手段である)。

注入路は通じているが、グラウトの選択や注入方法に誤りがあり、閉そくした場合はただちに圧縮空気または水を送ってグラウトを排出しよく清掃したのち前に閉そくした原因を直したのち注入を再開する。

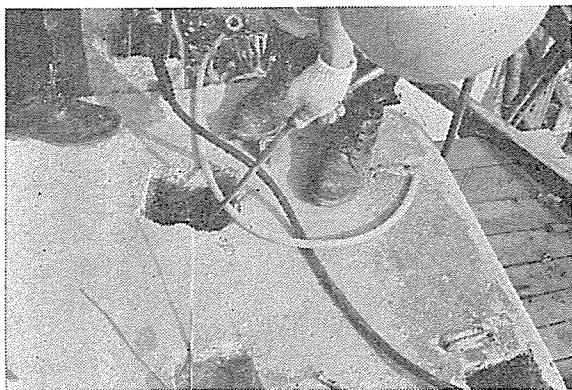
注入路がシースのつぶれやシース中へのモルタル侵入(このモルタルはコンクリートからのものである)によって閉そくしてしまった場合は、コンクリートへ削孔して新たに出口をつくるか、注入口兼排出口となるような特殊の手段を講じる必要がある。写真-3,4は、2.4mm鋼棒を鉛直に配置してプレストレスを与える橋梁部分において、下部の注入口が侵入したモルタルにより閉そくされ、上部の排出口だけが残されてしまった際の解決策を示したものである。すなわち、排出口を注入兼排出口とするため底部を開口させた幅15mm、長さ2.5mのポリエチレン袋に厚0.2mm、幅10mm、長さ2.6mのブリキ板を入れ注入路にそう入したのちブリキ板を抜いて注入しながらポリエチレンを除去した。

ポストテンション方式のPCまくらぎにおいては、

写真—3 ブリキを芯としポリエチレン袋  
を注入口からそう入



写真—4 そう入し終ったポリエチレン袋  
を通して注入中



PC鋼棒 4本を用いており、これらの鋼棒周辺には 2mm 程度に下の輪状空間が 2m 以上にわたって存在することになる。この空間はシースでなく、成形棒を引き抜いてつくられたものであるから、コンクリート壁であるという特殊事情にある。種々検討の結果、満足な充填を行なうことが決して難かしくないことがわかったが、もっとも注意すべきことは、同じようなまくらぎが無数に続いているわけであるから、つい錯覚を起して注入もれを生じないようにすること、および1本のまくらぎに注入路が4孔あるわけであるから能率をあげるため4孔同時に注入するのは認めるとして、どの孔もグラウトが通ったことを確認しなければならないことの2つであることがわかった。ここでも一番大切なことは、至極平凡であったわけである。

## 5. おわりに

わが国のPCグラウト技術が海外で受け入れられ使用されたという実績は見当らない。こんなことは、わが国では決して珍らしくないのでとりたてて遺憾がる必要も認められないし、またPCグラウト技術そのものが、PC定着具などと違ってPC工業界を左右するような力を持っていないことから考えて、特に取り立てて論ずる価値はないかも知れない。しかし特に現時点におけるわが国の立場を考えた場合、たとえ外国で取り上げられなくてもわが国で独自に切り開いてきた道は尊重して、ていねいにトレースするべきであろう。減水剤+アルミニウム粉末という混和剤をはじめ実際の工事に導入された 仁杉・菅原博士、高速練りまぜの卓越した効果を示された猪股博士、凍結に対する安定性の問題を中心としてわが国では珍しい広範な研究を行なった横道・林・藤田博士、共通試験結果を背景にして多くの独自の線を盛り込んでPCグラウト指針案を制定された国分博士を委員長とする土木学会PCグラウト分科会等の功績はおのおの正當に評価されるべきであると思われる。寒中のPCグラウト施工に困ってアルコール混和、シース内に窒素ガスを封入して翌春注入などといった外国の技術水準から見ると、シース周辺に被覆電熱線を配置するというわが国の技術の方がずっとスマートだったことは明らかである。

聞くところによると、アメリカでは経済的ということから考えてPCグラウト無用論を唱える技術者がいるという。しかしたとえ防錆に十分の配慮がなされたにしてもグラウトを施工したとしないのでは、PC部材の構造特性に大差のあることを考えると、とくに地震国のわが国で軽々に無用論に加担することはできない。もちろんPC工業界もきびしい環境下におかれているわけであるから、PCグラウト作業を合理化し不必要な費用はどしどし追放することが要請されていることも十分認識されるべきである、自分の足で立ったピントのあった合理化——このようなフィロソフィを地道にすみずみまで浸透させることがわが国のPC界にも要望されているといえよう。

【おわり】