

PC グラウト 指 針 案

PC グラウト 試 験 方 法

PC グラウト 指 針 案

1 章 適 用 の 範 囲

1 条 適用の範囲

この指針案はポストテンション方式のプレストレスト コンクリートに用いるグラウト（以下 PC グラウトまたは単にグラウトという）の品質，施工方法，および試験方法についての一般の標準を示すものである。

【解 説】 この指針案は一般に行われているプレストレスト コンクリート工法におけるグラウトを対象として規定したものである。したがってグラウト注入が特に困難な特殊な工法をとる場合には制限をゆるめる必要のあることもあるし，重要な構造物では責任技術者の判断によって制限をつよめる必要のあることもある。

2 章 グラウトの品質

2 条 グラウトの品質

(1) グラウトは，十分に PC 鋼材を包み，これをさびないように保護し，確実に十分な付着が得られるような品質のものでなければならぬ。

(2) コンシステンシーは，PC グラウト試験方法案 1 章に従っ

て試験した場合には、流下時間が 10～30 秒、PC グラウト試験方法案 2 章に従って試験した場合には沈入時間が 30～40 秒の範囲にあるのを標準とする。

(3) 膨張率は、PC グラウト試験方法案 3 章または 4 章に従って試験した場合 0～5% を標準とする。

(4) 圧縮強度は、PC グラウト試験方法案 5 章に規定する「型ワク方法」に従って試験した場合、1 週強度で 150 kg/cm²、4 週強度で 200 kg/cm² 以上、PC グラウト試験方法案 6 章に規定する「押ボタン方法」に従って試験した場合、1 週強度で 200 kg/cm²、4 週強度で 300 kg/cm² 以上であることを標準とする。

【解説】(1) について 本文に述べたような効果を得るためには、グラウトは次のような品質を持たなければならない。

1) まだ固まらないグラウトは、良好な流動性および浸透性が、注入作業が終るまで保持され、できるだけ小さいブリージング率および適量の膨張率を持つこと。

2) 硬化したグラウトは、PC 鋼材およびシーすとの十分な付着強度を持ち、PC 鋼材がさびるのを十分に防ぎ、十分に水密的であること。

3) 寒冷時に施工するグラウトは、初期の材令において予期される範囲の低温で凍結した場合、有害な程度に膨張しないこと。

凍結に対する安定性は 5 日間 10°C で養生したグラウトを、-20°C (±1°C) まで温度を下げて凍結させた場合の体積膨張の程度によって試験する。

以上の性質を得るためには、材料、配合、施工の上で注意を払い、PC グラウト試験方法案 1～6 章に従って試験した場合、この条に示す条件を満足するようにしなければならない。PC グラウト試験方法案 1～6 章にはコンシステンシー試験、ブリージング率および膨張率試験、強度試験が、それぞれ 2 種類ずつ記してあるが、それぞれの試験はどちらか一方の方法

で行うだけでよい。なお、これら 2 種類の試験の間の関連について、まだ十分な検討はなされていない。

(2) について PC グラウト試験方法案 1 章は、ロート下部に有溝コーンをそう入し、両者の間に生ずるみぞを通してグラウトを流出させる際の流下抵抗からグラウトのコンシステンシーを測ろうとするものであり、PC グラウト試験方法案 2 章は、シリンダー内にグラウトを入れておき、その中に錘を沈入させ、シリンダーと沈入錘との間げきをグラウトが通過する際の抵抗からグラウトのコンシステンシーを測ろうとするものである。これらの 2 方法はいずれもグラウトのコンシステンシーの変化を鋭敏に反映させることができる。プレパックド コンクリートで用いられているロートは、PC グラウトに対してはコンシステンシーの変化を鋭敏に表わさないし、またロート内に残る量が多いという欠点を持つので、この指針では採用しなかった。

PC グラウト試験方法案 1 章は少量のグラウトについて試験するので試料の採取に特に注意を払わなければならないが、測定作業は簡単である。PC グラウト試験方法案 2 章は比較的大量の試料について試験するので、グラウトの平均のコンシステンシーを示す点ですぐれている。

注入作業が長時間にわたる場合には、グラウトのコンシステンシーが悪くなるので、不適当なグラウトを注入することのないよう注意する必要がある。

注入路断面積が特に小さいときや特に注入路が長いときはグラウトのコンシステンシーを、この条に示したよりやわらかめに選んでおく必要があることもある。しかしもっとかたいグラウトでも容易に注入できた施工例もある。

(3) について PC グラウトは、アルミニウム粉末を混和して膨張させた方が沈下収縮の防止、付着強度の増大、凍結に対する安定性の増加、等の点で有利であるので、この指針ではグラウトが適量の膨張を起すことを推しよっている。

膨張率を測定するには PC グラウト試験方法案 3 章または 4 章による。これらの場合のグラウトの状態は、膨張の拘束程度が弱いことと、グラウト

トから水が外部に逃げないこと、の 2 点において、実際のシース内に注入されたグラウトの状態とは本質的に異なっているが、グラウトの品質を示す指標を求める意味で測定を行うものであることに注意する必要がある。

グラウトに特に高強度が望まれる場合は膨張率を小さめに選ぶ。

グラウトのブリージング率および膨張率は、従来メスシリンダーに直接グラウトを投入して測定していたが、20 時間以上に及ぶ長時間の測定を行うとメスシリンダーの回収が不可能であるので、PC グラウト試験方法案 3 章では、ポリエチレンの袋に封入したグラウトの体積の変化を、メスシリンダーに入れて測定することにした。PC グラウト試験方法案 4 章は、側方への膨張を妨げていることと上方の空間にやや圧力のかかる可能性のある点で実際のシースの中の状態に、いくぶん近いと思われる。

24 時間たったときのブリージング率は 0 であることが特に望まれる。

(4) について アルミニウム粉末を用いて膨張させた場合のグラウトの強度を求めるに当っては慎重な考慮を払う必要がある。自由に膨張させた場合のグラウトの強度はシース内で拘束されたグラウトの強度より相当小さいことは明らかであるが、供試体を造るときグラウトの拘束程度をシース内のグラウトの拘束程度と同じにすることは容易でない。またグラウトから水が外部へ出るのを許す程度によっても強度は影響されるが、この程度をシース内のグラウトと同じようにすることもきわめて困難である。

米国では自由に膨張させたグラウトについて強度を求めているし、ドイツでは押ボタン内に上部空間を残して封入したグラウトについて強度を求めているが、膨張性グラウトを用いる場合、両者ともシース内のグラウトの強度より小さい強度を示すことが多いので注意を払う必要がある。

PC グラウト試験方法案 5 章では型ワクに入れたのち上部に重りをおいたグラウトについて強度を求めることにしたが、やはりシース内のグラウトの強度より小さい値が得られることを考え、所要強度を低く規定している。(1) についての解説の終りに一般的に述べたとおり、5 章と 6 章の試験の間の関連も十分検討されていないが、6 章をとった場合の所要強度は膨張率が 0 に近いグラウトを考えて決められたものである。

寒地においてグラウト注入を行った PC げたにシースに沿ったひびわれが現われた事例があったので、若い材令のグラウトが凍結する場合、有害な程度にまで膨張してはならないといわれている。これを確かめるための凍結試験は、設備の整った試験機関に依頼してこれを行うのがよい。分散剤とアルミニウム粉末を用いてグラウトを膨張させた場合、水を含まない空げきと未結合水の比が大きくなるので凍結に対する抵抗が大きくなる、といわれている。

3 章 材料および配合

3 条 セメント

セメントは JIS R 5210 ポルトランドセメントを用いるのを標準とする。その他のセメントを用いる場合には責任技術者の承認を得るものとする。

【解説】 粉末度があまり高いと所要のコンシステンシーを得るために必要な水量が多くなり不利となることが多い。ドイツでは 0.09 mm ふるいに残るものが 5% 以上のものを推しようしている。

本体のプレストレストコンクリート施工に用いたセメントでも試験の結果 PC グラウトに不適とわかれば用いてはならない。

JIS R 5213 フライアッシュセメントを用いて好結果の得られることもある。

4 条 水および水セメント比

水はグラウトおよび PC 鋼材に影響を及ぼす物質の有害量を含んでいてはならない。

水セメント比は 35~45% を標準とする。

【解説】 グラウトのコンシステンシーは気温、セメント、ミキサの種

類、工法、等によって異なるが、水セメント比は所要のコンシステンシーが得られる範囲でできるだけ小さくすることが必要である。

ただし注入路断面積が小さいとき、注入路が長いとき、グラウトの温度が高くなる恐れのあるとき、グラウトから水が取られやすいとき、等は不当に水セメント比を小さくし過ぎないように注意しなければならない。良質のレターダーを兼ねた分散剤を用いることはグラウトのコンシステンシーを害しないで、水セメント比を小さくするのにきわめて有効である。

5 条 混和材料

混和材料の使用の可否、使用方法、および品質については責任技術者の承認を得なければならない。

【解 説】 グラウト用混和材料として特に有効であり、実際によく用いられているものはレターダーを兼ねたセメント分散剤とアルミニウム粉末である。

水セメント比の小さいグラウトは温度の高い時などは特に流動性を早く失うのでレターダーを用いると有効である。分散剤は単位水量を少なくする点、セメント粒子の浸透を容易にさせる点、コンシステンシーの悪化を防ぐ点で非常に有利であり、グラウトの品質を根本的に改善するので良質のものを常に用いることが推しよされる。

アルミニウム粉末は、グラウト中で水素ガスを発生してグラウトを膨張させ、沈下収縮を防ぐとともに、生じた圧力によってグラウトをシース内の細げきにまで浸透させ、付着をよくする。また生じた圧力によりグラウト中から水を追い出すのに有効である。アルミニウム粉末による発泡作用は、アルミニウム粉末の品質、セメントの品質、温度、配合、練り混ぜ時間、等によって微妙に変化する。したがって、アルミニウム粉末を選定し、その適量を定めるには、現場で用いるグラウトにつき現場で予想される状態で試験を行う必要がある。普通の気温の場合、セメント重量の0.005～0.015%程度を用いている施工例が多い。注入前にアルミニウム粉末の発泡作用の相当部分が終るのを防ぐよう注意することも重要である。

アルミニウム粉末を用いる場合には分散剤を併用するとアルミニウム粉末が水中で分散しやすくなる点でも有利である。

フライアッシュは、グラウトの単位水量、強度その他の点につき試験したものについて、フライアッシュによるセメントの置換え率 $(F/C+F)$ 30%以下の範囲で用いて好結果の得られることもある。

アルミニウム粉末の計量は微量を正確に計量できる天びんで行わなければならない。このような天びんを現場に用意することが困難な場合には実験室その他であらかじめアルミニウム粉末を計量して紙包みにしておくことと便利である。

グラウト中に砂を混ぜる場合は、1.2mm以上の粒を含むものおよび過度の微粒を含むものを用いてはならない。砂を含んだグラウトのコンシステンシー試験は、PCグラウト試験方法案1章および2章にはよらない。

グラウト注入路断面積が特に大きい場合は、10mm以上の細粒を含まない粗骨材を注入路にあらかじめてん充しておきプレパックドコンクリートに準じた注入を行ってもよい。

4 章 施 工 器 具

6 条 施 工 器 具

(1) グラウト ミキサは5分以内に濃いグラウトを十分練り混ぜることのできるものでなければならない。また注入作業を中断しないで続けられるよう十分な容量を有しなければならない。

(2) アジテーターはグラウトをゆるやかにかくはんするものでなければならない。

(3) グラウトポンプはグラウトを徐々に、また空気が混入しないように注入できるものでなければならない。

【解 説】 (1) について グラウト ミキサとしてはセメント粒子を分

散させる強力なものを用いるのが望ましい。

(2) について グラウト ミキサでゆるやかな練り混ぜに移ることができるとき、グラウト注入が短時間で完了する場合、等においてはアシテーターを備える必要はない。

(3) について グラウト ポンプとしては手動のものがよく用いられてきたが、徐々に注入できれば動力を用いてももちろんよい。圧縮空気で直接グラウト面に圧力を加える方式のポンプは、空気を圧入する恐れがあるので推しよできない。

5 章 施 工

7 条 練り混ぜおよびかくはん

(1) 練り混ぜはグラウト ミキサで行うものとする。材料は水、分散剤、セメント、その他の微粉末の順序で投入するのを標準とし、均一なグラウトが得られるまで練り混ぜなければならない。

(2) グラウトは注入が終了するまでゆるやかに かくはん しなければならない。

【解 説】 (1) について 材料投入順序は、用いるグラウト ミキサに適應するように定めればよいが、セメントその他の微粉末が水とよく混ぜずモーターに過大な負荷を与えること、練り混ぜ中に過量の空気をグラウト中に混入すること、アルミニウム粉末の発泡作用が過早に起こること、所定の時間内に均等質なグラウトが得られないこと、等が起らないように十分注意しなければならない。アルミニウム粉末は、均一に練り混ぜられ、注入した後 所定の膨張率が得られることが確認されている限り、いつ投入してもよい。

セメントに多少とも塊が見られるような場合には、練り混ぜに先立ち 1.2 mm ふるいを通さなければならない。

はげしい練り混ぜを長時間行くと、グラウトの温度が上がり、グラウトのコンシステンシーが悪くなるので、特に気温の高い時期に施工する際や注入時間が長びくときは注意する必要がある。このような場合にはゆるやかな練り混ぜへの移行、グラウトの冷却、レターダーやフライアッシュの使用、等の処置について考慮を払わなければならない。

(2) について グラウトは静置しておくことと材料の分離、コンシステンシーの悪化、等を起すので注入作業中アシテーターその他によってゆるやかに かくはん する必要がある。

8 条 注 入

(1) グラウト注入路は、グラウト注入前に水を通して洗じょうし、十分にぬらしておかなければならない。

(2) 注入はグラウト ポンプで徐々に行わなければならない。

(3) グラウトは、グラウト ポンプに入れる前に適当なふるいを通さなければならない。

(4) 注入はすべての流出口から一様なコンシステンシーのグラウトが十分流出するまで中断しないで行わなければならない。流出口は注入方向に沿って順次閉じて行かなければならない。

(5) 注入路が長い場合には、注入口は適当な間隔に設けるのが望ましい。

【解 説】 (1) について 現場では、グラウト中の水がシース内にとられてグラウトがかたくなり注入路がつまることがしばしば起るので、グラウト中の水がとられないようあらかじめシース内に水を十分通しておく必要がある。シースの一部が注入口より低かったり、また一番低い所で排水することができないときは圧縮空気で水を吹きとばすのがよい。水を通した場合、シース内であまっている個所のあることがわかったら、適当な手段で通じるようにしておかなければならない。

シースを用いない導孔では注入前数時間水でみたしておき、グラウト中の水が失われないよう注意しなければならない。

(2) について 急速に注入を行うとグラウトがよく行き渡らず空びきの残る恐れがあるのでよくないのである。

(3) について グラウトをポンプに入れる前に通すふるいは 0.6～1.2 mm のものが望ましい。

(4) について 注入路のてん充を満足に行うためには、低い所から高い所に向かって徐々にグラウトが侵入して行くようにするのが最も有利である。PC 鋼材の相当部分が注入口より低い所にある場合は、この個所にも排気孔を兼ねた流出口をできるだけ設けなければならない。注入路の途中に頂部がある場合には、排気孔を兼ねた流出口を設け、ブリージングによって、この附近にたまった水または気泡を完全に排出し得るようにしなければならない。このようにしないと頂部附近には水または気泡が集まり、注入が非常に不完全なものになるからである。流出口から薄められないグラウトが安定して出て来ることを確かめたのち流出口を閉じる。しかし単にコンシステンシー試験だけによったのでは、必ずしも流出口から出て来るグラウトが注入前のそれと同じ品質のものであると判断するのは困難であるので、グラウトが安定して来たかどうかを確かめるのはむずかしい。したがって流出口から廃棄するグラウトを惜しまず、十分な量のグラウトを使用して注入しなければならない。注入中はあまり圧力を上げ過ぎないようにする。このようにして、すべての流出口を閉じたら、注入口からの逆流を防ぐようにし、注入圧よりいくぶん大きな圧力を保つようにして注入作業を終る。

ブリージングによる水を追い出し、良好な付着を得るためには再注入を行うのがよいこともある。注入路断面積、温度、アルミニウム粉末量、等によって異なるが、再注入は 1 次注入終了後約 30 分～2 時間後に行うのがよい。

9 条 寒中における施工

寒中における施工の場合は、注入路周辺の温度を注入前に 10°C 以

上にしておかなければならない。グラウトの温度は注入後少なくとも 5 日間 5°C 以上に保たなければならない。注入時のグラウトの温度は 10～25°C を標準とする。

【解 説】 注入前に温水 (50°C 以下) を通すと、シース内を洗じようしたりシース内の温度を高めたりするのに有効である。シース内の温度が 5°C 以下のときには注入作業を延期するのが望ましいが、作業を行う場合は保温に十分注意しなければならない。

本条では「5 日間 5°C 以上」としているが、「5 日間 10°C 以上」にすることが望ましいという実験結果も発表されているので、特に寒冷な地方では「5 日間 10°C 以上」とするのが望ましい。「5 日間 5°C 以上」というのは昼間温度が 5°C 以上に上がることも考えているのであって、従来の施工経験およびドイツの規定を参考として定めたものである。

シースのかぶり、鉄筋の配置、等について十分に考慮しないときは、「5 日間 10°C 以上」としないとひびわれがはいるということを示した実験例もある。

グラウトの凍結温度を下げる目的で、アルコールその他の混和材料を用いることはこの指針では認めていない。

寒中における施工の場合は、水セメント比の小さいグラウトを用いることが特に望まれる。フライアッシュを用いると早期強度が小さいので用いない方がよい。

10 条 暑中における施工

暑中における施工の場合は、グラウトの温度の上昇、グラウトの過早な硬化、等が起るのを防ぐよう材料、施工に対して注意しなければならない。

【解 説】 9 条において注入前にグラウト注入路をよく水を通してぬらしておくように定めてあるが、暑中における施工の場合は、注入路周辺の温度を下げることもおよびグラウト中の水が注入作業中に失われること

を防ぐために特にこのことが重要である。

混和材料としてレターダーを兼ねた分散剤を用いることは特に望ましいし、フライアッシュその他を用いることも考慮すべきである。グラウトの温度はなるべく低くするのがよい。グラウトを練り混ぜたら、なるべく短時間に注入作業を終るようにすること、アルミニウム粉末によるグラウトの膨張が過早、過大に起るのを防ぐこと、等も重要である。

6 章 試 験

11 条 施工開始前における試験

グラウトの配合は、なるべく現場の状態に近い状態のグラウトについて試験を行ってこれを定め、責任技術者の承認を得ておかなければならない。

試験は PC グラウト試験方法案のいずれかによってコンシステンシー試験、ブリージング率および膨張率試験、強度試験のそれぞれを行わなければならない。

- 1 章 コンシステンシー試験方法案 (流下方法)
- 2 章 コンシステンシー試験方法案 (沈入方法)
- 3 章 ブリージング率および膨張率試験方法案 (体積方法)
- 4 章 ブリージング率および膨張率試験方法案 (高さ方法)
- 5 章 強度試験方法案 (型ワク方法)
- 6 章 強度試験方法案 (押ボタン方法)

【解 説】 グラウトの品質は使用する材料、ミキサの性能、温度、等の条件によって著しく変化するものであるから、施工開始に先立って、これらの条件をできるだけ現場と同じにしてコンシステンシー、ブリージング

率および膨張率、強度の試験を行っておくことが必要である。

この条に示した 1～6 章の試験方法のうち 1, 3, 5 章または 2, 4, 6 章の組合せで、それぞれの試験を行うと便利である。試験の結果、所要の品質のグラウトが得られなかった場合には、責任技術者の承認を得て配合を変更するなどの適当な処置を講じなければならない。

12 条 管理のための試験

施工中は、所要の品質のグラウトができていのかどうかを確かめるために、PC グラウト試験方法案 1～6 章のいずれかによってコンシステンシー試験、膨張率試験、強度試験をそれぞれ行わなければならない。

【解 説】 グラウトの品質は現場の状況により微妙に異なるので管理のための試験を十分に行う必要がある。