

# PC 用コンクリート

(4)

菅 原 操\*

## 4. PC 用コンクリートの施工

### (5) コンсистенシーの管理

**(a) コンсистенシーの管理の必要性** PC用コンクリートが、設計で考えたとおりの品質を備えなければならないことは、鉄筋コンクリートの構造物の場合以上に重要な事柄であり、このためには、実際の構造物に打込むコンクリートを、供試体のコンクリート以上に締固めなければならない。しかるに、コンクリートの締め固まり状態はコンクリートのコンсистенシーに直接関係してくるものである。つねに完全に締固め可能のコンクリートを打込むためには、コンсистенシーの管理を十分に行なうことが必要なゆえんである。

そこで、コンсистенシーの管理を十分に行なうためには、コンсистенシーを適切に知ることができる測定装置をもつことと、打込んでよいコンクリートのコンсистенシーの限界を明らかにする必要がある。

コンсистенシーの限界は、使用する振動機の性能、台数等によっても決められるべきものである。

これまで、コンクリートのコンсистенシーの管理ということについてあまり関心が払われていなかったが、よいコンクリートを確実に作るためには、このことは絶対にかかせない問題である。

**(b) 硬練りコンクリートのコンсистенシーの測定方法** 硬練りコンクリートのコンсистенシーは、コンクリートが振動によって、型わくや鉄筋間のすみずみまでゆきわたり、十分に締固め得るものであるかどうかによって判断される。

コンクリートが振動をうけると、受けない前の状態にくらべてコンсистенシーが全く変化し、その変化の程度は、コンクリートが軟かければ軟かいほど、また与えられる振動が強ければ強いほど大きくなっていく。このため硬練りコンクリートに強力な振動を与えて締固める方法においては、スランプの測定では締固めやすさを判定する尺度として適当であるとはいえない。

\* 工博 国鉄建設局 技師

これまでも、比較的硬練りのコンクリートのコンсистенシー測定方法として種々の考案がなされており、その中のいくつかのものは、ある程度実用されている。従来の測定方法としては、ケリーボール試験、締固め係数試験、ビービーコンシストメータ試験、リモールディング試験などがある。

### (c) 振動式コンсистенシーメータ (VF 試験器)

これまでコンクリートのコンсистенシーの管理には一般にスランプ試験が行なわれてきたが、PC用コンクリートのような硬練りコンクリートの場合、および今後使用範囲が広まってゆくことが予想される構造用軽量骨材を使用した軽量高強度コンクリートなどの場合には、スランプ試験では十分なコンсистенシーの管理は行なわれなくなる。

すなわち、スランプが 3 cm 程度以下になると、スランプに 1 cm の差があるとき、振動によるコンクリートの流動性には相当大きな差がある。またスランプ測定は、重力によりコンクリートが変形する量を測定して、コンсистенシーを測ろうとするものであるから、軽量コンクリートのような場合には、スランプが小さくても、コンсистенシーがよいことにもなる。

国鉄において、東大 国分正胤教授のご指導のもとに、この種のコンクリートの現場におけるコンсистенシーの管理の方法として、振動式コンсистенシーメータ (VF 試験器) を提案し実施している (図-8)。

この試験器は、振動台の中央に取付けられたシリンダーに填充されたコンクリートが、振動台下面に取付けら

図-8 振動式コンсистенシーメータ (標準試験方法として検討中のもの)

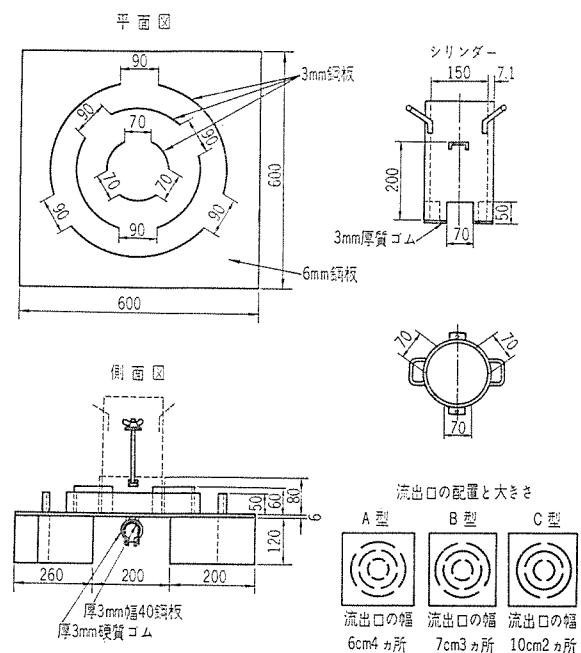
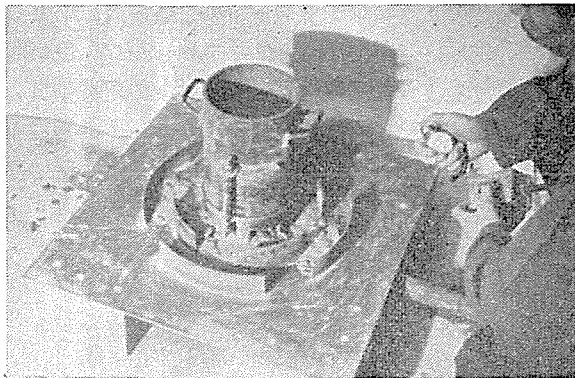


写真-2 振動式コンシステンシーメータ (VF 試験器) によるコンクリートのコンシステンシーの測定

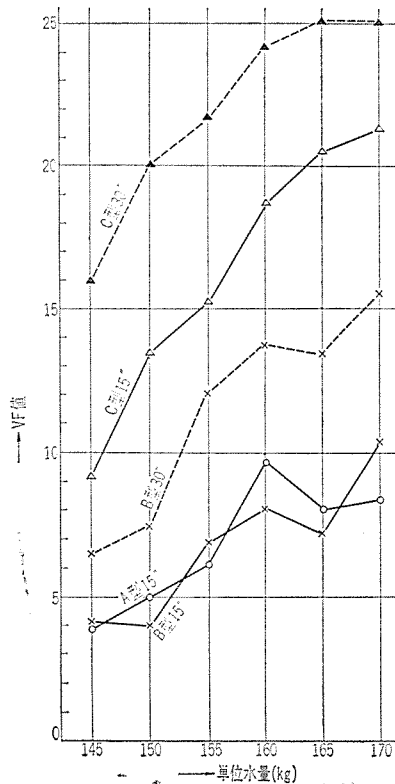


れた棒状振動機の振動により、シリンダー下部の開口部より四方に流出し、シリンダーをかこんで設けられた壁体の間隔をぬって外方に流動して行く状態によって、コンクリートのコンシステンシーを測定するものである。すなわち、30秒の振動によるシリンダー内のコンクリート上面の下がり方をVF値として、コンシステンシーをあらわす数値とするとともに、コンクリートの流出状態を目視観測して材料分離の状態をたしかめ、ワーカビリティを総合的に判断する(写真-2)。

この方法は、そこに使用される振動機の性能や、試験器の設置条件が、各現場ごとに異なる場合には、測定値が他の工事と比較できないなどの問題はあるが、硬練りコンクリートのわずかなコンシステンシーの変化を鋭敏に示すことができ、コンシステンシーの測定と同時に材料分離の状態が直接に目視観測でき、また試験器は簡便なものであり、現場で通常用いられる振動機を使用して測定できるなど、実用上便利なることが実証されている。

この試験方法を、土木学会の標準試験方法の

図-9 コンクリートの単位水量とVF値との関係



一つに加えるため、研究班が設けられて、その細部の改良と共通試験が行なわれているが、その問題点の一つは、コンクリートの流出口の大きさにあるようである。すなわち、図-8に示したように、流出口の大きさと数とを3種類に変えて、コンクリートの単位水量の変化と、VF値との関係を比較した結果は図-9のようになっている。すなわち、流出口の幅を大きくしたものが、小さい流出口を多く作ったものよりコンシステンシーの変化を鋭敏に示し、かつ測定値のばらつきがすくないように思われる。

(6) PC用コンクリートの打込み締固め

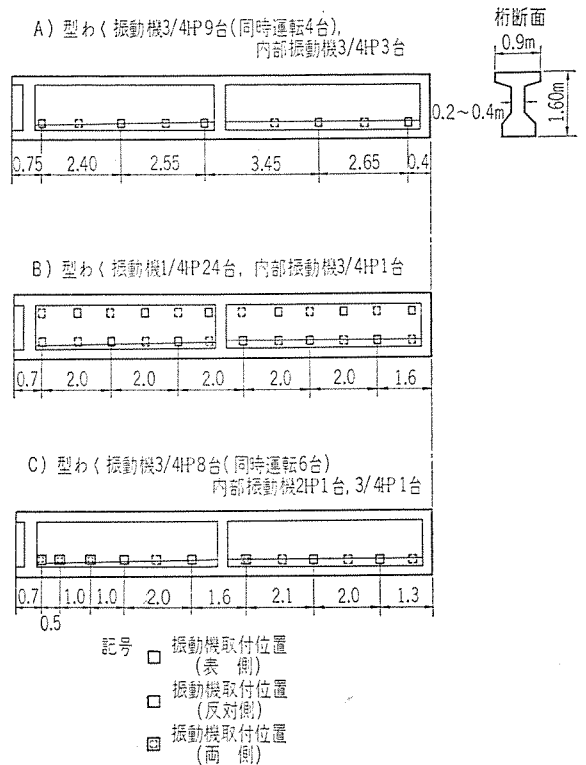
a) コンクリートの打込みに当っては、あらかじめ定められた打込み計画にしたがって施工する必要がある。そうでないと、プレストレスングその他の作業に支障を与えるのみでなく、全体の施工計画に大きな影響をおよぼすから十分注意しなければならない。

b) コンクリートを打込む場合には、型わくおよび型わく内に配置されている鉄筋、シースなどに狂いや損傷を与えないように注意する必要がある。

とくに内部振動機は、型わく内に配置されている鉄筋シースなどに直接あてないように注意するとともに、振動機でコンクリートを流すような使い方をしてはならない。

c) 図-10は、同一断面のPC桁を製作するために使用した3種類の型わく振動機の状態を示すものである。

図-10 各種振動締固め方法の比較試験における振動機の配置



スランプ 3~5 cm のコンクリートが常に打ち込まれ、振動機を適切に操作すれば、どの配置によっても、ほぼ満足な締固めを行なうことができる。

しかし実際に施工した結果では、図-9 (C) の方法によった場合には、10 本製作した PC 桁の全部が十分に締固められた。これに対し 図-9 (A) の方法によった場合には、型わく振動機と型わく振動機間の下部のフランジに締固めが十分でないところを認めた桁が何本かあった。

また 図-9 (B) によった場合には、型わく振動機の出力が小さいため、でき上りの桁の表面状態を見ると、(A) および (C) の場合にくらべて、全体的にいくぶん締固めが不十分な傾向がみられたが、何本かの桁は特に不十分で、このため製作した桁を廃棄したものもあったくらいである。その後型わく振動機の出力を 1/4 HP から 3/4 HP に上げてからは十分な締固めができるようになった。

このことから見ても、施工条件をも考え合わせ、余裕のある締固め方法を採用しなければならないことがわかる。

d) コンクリート打ちはできるだけ連続的に行ない、打継目をつくるときは、その施工方法について特に注意しなければならない。

一般に桁高 1 m 以上の I 型またはそれに類した断面の桁の場合には、腹部と下突縁（または下スラブ）とは主として型わく振動機が締固め、コンクリートがセット

してから、上突縁（または上スラブ）を主として棒状振動機によって打込むのがよい。

e) 前述のようなコンクリートの打込み方法をとる場合には、先に打込んだコンクリートが、かなり長い時間振動を受けるようになる。コンクリートの再振動は、それを与える時期が適切であればコンクリートの強度を増進させるが、その時期が不適當であれば、かえって逆効果を示すことが知られている。また単位水量の少ない PC 用コンクリートにも、再振動の効果があるかどうかということについて疑問をもつ研究者もあった。そこで日豊線小丸川橋梁の PC 桁の製作の際に実験によりこの問題を解決したのである。

すなわち、実際の橋桁の鋼製型わくの外側 12φ10×20 cm の供試体型わくを緊結し、コンクリート打ちと同時に、供試体にも同様の振動が与えられるようにしておいて、コンクリート打ちを行なったのである。

試験結果は 図-11 のようであって、コンクリート打ち始点付近においては、打込み後約 3 時間の間振動を受けつづけていることになるが、コンクリートの圧縮強度はいずれも所要強度以上であって、このような継続振動を受けてもコンクリートに、なんらの悪影響もないことが確かめられたのである。

(7) 軽量コンクリートの打込み締固め

PC 橋のスパンを経済的に拡大するための一つの障害は、コンクリートの自重の大きいことであり、その軽量化が当面の問題となっている。その目的のために、従来

用いられてきた  $\sigma_{28}=500 \text{ kg/cm}^2$ 、比重 2.5 程度のコンクリートでは不十分であって、 $\sigma_{28}$  を  $700 \text{ kg/cm}^2$  程度に上昇させるが、また比重を 2 以下程度に下げることが一つの目標となっている。後者の場合には、軽量高強度のコンクリートを用いることになる(図-12)。この目的で、近年各種の構造用軽量骨材が生産されるようになってきている。筆者は膨張性頁岩を焼成して作成した軽量骨材を使用して、桁高 1.3 m のもの 12 個と、桁高 2.7 m の試験桁 2 個について打込み試験を行なって、実際の軽量 PC 橋の施工の可能性を検討した。その結果は、本誌 6 巻 3 号に詳細に報告されているので省略するが、従来普通コンクリートについて行なってきた打込み締固め方法で、十分実用的な施工が可能であること

図-11 継続的振動による効果の測定結果

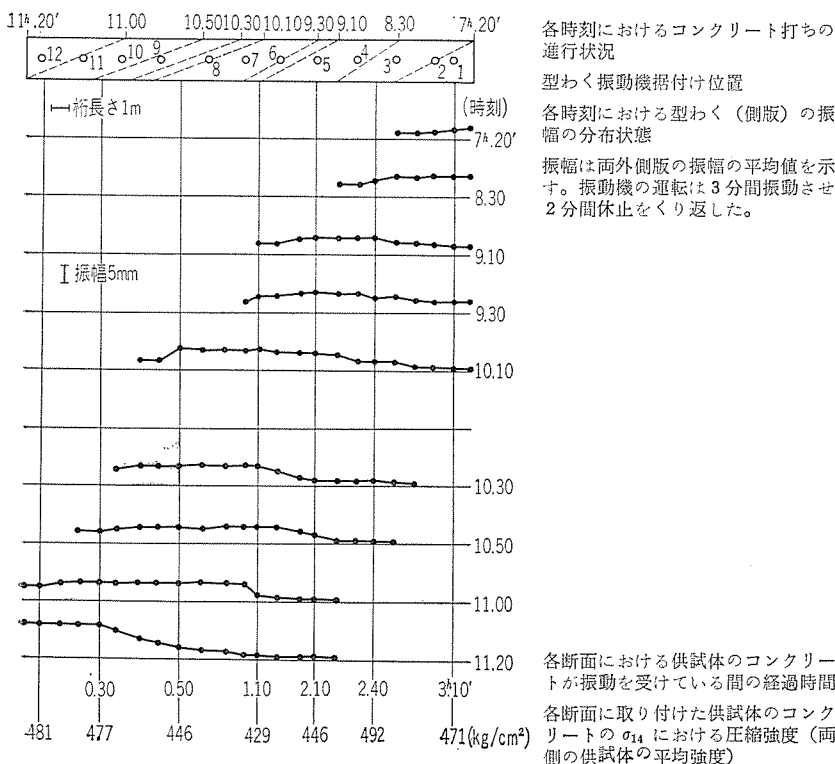


図-12 コンクリートの比重と圧縮強度との関係

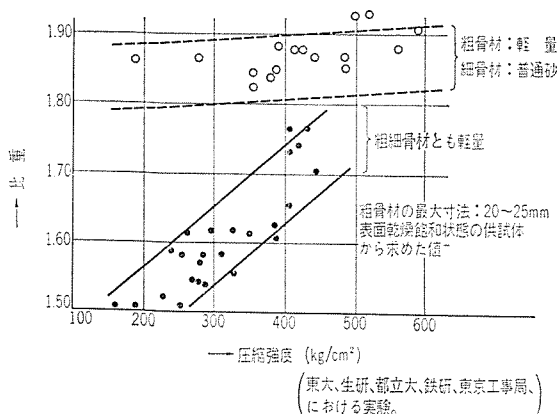
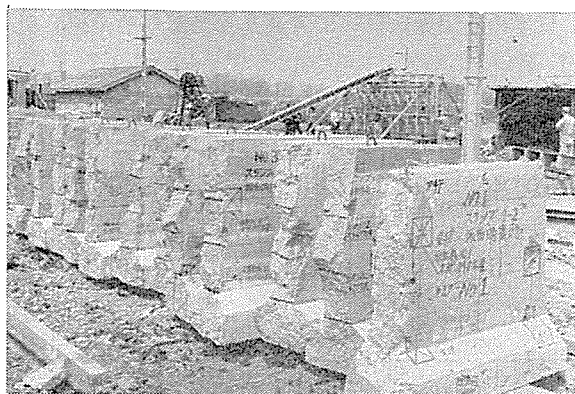


写真-3 桁高 1.3 m の鉄筋入り軽量コンクリートブロックの打込み試験結果



がわかった(写真-3,4)。しかし配合によっては、コンクリート中のモルタルが分離する傾向があるので、注意する必要がある。

(8) コンクリートの養生  
PC用コンクリートは、一般に富配合のものを使用し、硬化熱によって硬化のさいに高温になりやすいので、暑中における養生については、PC指針でもとくに注意している。またプレテンション工法では高温促進養生を行なう場合の規程も設けられている。

高温になるのをさけるため、冷却する場合には、断面内に大きな温度差を生じないように、一様な冷却が行な

写真-4 桁高 2.7 m の軽量コンクリート試験桁の打込試験結果



われることが望ましい。

また寒中コンクリート打ち後、温度が +5°C 以下に降下するおそれのあるときは、適当な保温の設備を考えると同時に、木製型わくの場合には、型わく外しの時期をおくらせた方がよい。

一般にコンクリート打設後、プレストレスを行なうまでは、完全にむしろなどでおおい、湿潤状態に保たなければならない。

鋼製型わくは、熱伝導率が高いので、暑中、寒中に使用するには、断熱の処置をとる必要がある。とくに寒中においては、隅角部の表面の冷却を防ぐことが必要である。

コンクリートの養生には、一般に散水を行なうことを原則とするが、水を十分使用することが困難で、やむをえず被覆養生を行なう場合には、適切な被覆剤をえらび、ていねいに被膜を施こし、これをきずつけないように注意し、強い日照をさけるとともに、湿潤養生に準じて、むしろなどでおおっておくのがよい。

(9) 型わくの取外し

プレストレスによらず、コンクリートと鉄筋のみで自重および施工中の荷重に耐える部分の型わくおよび支保工の取外しは、鉄筋コンクリート標準示方書第 69 条によってよい。また側面型わくなどは、プレストレスの導入に支障となる場合があるので、コンクリートの圧縮強度が 150 kg/cm<sup>2</sup> 以上になれば、早く取り外した方がよい場合が多い。

プレストレス導入後に、はじめて自重およびその他の荷重を受ける部分、たとえば桁下面の型わくおよび支保工の取外しは、少なくともそれらの荷重に耐えられるだけのプレストレスを与えたのちでなければ、行なってはならないことはもちろん、その時期および方法については、材令、荷重の状態など十分検討の上で決定しなければならない。

5. 結 び

PC用コンクリートの施工に関して、4回にわたって述べさせていただきましたが、大変未熟であり、また紙面の都合もあって、十分意をつくしていない所も多くあったと思います。しかし幸い、東大 国分正胤教授ほか諸先生のご指導により、振動式コンシステンシーメータの提案や強制練り混ぜ式ミキサーの試作が行なわれ、また圧縮強度試験によるコンクリートの管理について新しい方式が検討中であったので、これらをご紹介できましたことは筆者の喜びとする所であります。ご通読頂いた読者の皆様と編集委員の皆様へ厚く御礼申し上げます。次第であります。

(完了)