

東京大学 正員 岡村 甫
東京大学大学院 学生 O 奥村忠彦

プレパックドコンクリート工法は、既に水中コンクリート、その他に活用されているが、この工法の第1の問題点としては、注入モルタルが粗骨材粒の間隙を上昇する間に生ずるモルタルの分離が挙げられ、これによつてプレパックドコンクリートの均等性が損なわれる。モルタルの分離は、部材の形状寸法、粗骨材の粒度および空隙率、注入モルタルのコンシステンシーおよび配合、注入管の配置、注入圧力ならびに注入速度等によって相違するが、比較的に分離が著しくない場合でもモルタルの膨脹率が適当でないとき、その悪影響を補うことはできない。また、適当な膨脹率をもつモルタルを注入した場合でも部材上部のコンクリートの品質がある程度低下することは避けられない。

この報告は、モルタル分離の悪影響の程度を確かめると共に、悪影響を緩和するための配合、注入方法等について検討するために行っている研究の一部を述べたものである。既に、高さ1.5mのプレパックドコンクリートについて、高さを要にする各部のコンクリートの圧縮強度、引張強度、曲げ強度、透水性等を試験すると共に、丸鋼との付着強度をも試験した実験結果に基づき、上部と下部におけるコンクリートの品質の相違、その他について論じたものである。

1. 使用材料および試験方法

セメントは、アサノ普通ポルトランドセメントを用いた。フライアッシュは、東電フライアッシュで、比重2.20、比表面積3,320 cm^2/g であった。細骨材は、江戸川産天然砂(比重2.60)であつて、1.2mmふるいでふるい粗粒率1.65として用いた。粗骨材は、富士川産天然砂利であつて、粒径 $\sim 12.5\text{mm}$ のものを用いた。その粗粒率は8.30、空隙率は41.5%であつた。混和剤は、日曹マスタービルダーズ会社製の混和剤A, B, C, および市販のアルミニウム粉末を用いた。混和剤Aは、一般のコンクリートに用いられている減水剤であり、アルミニウム粉末と併用して用いる。混和剤B, Cは、リグニンスルホン酸カルシウム塩を主成分とし、膨脹助剤および数種の化学成分から構成された注入グラウト用特殊混和剤として開発されたものであつて、アルミニウム粉末と併用する必要はない。

注入モルタルの配合は、セメントとフライアッシュとの混合割合を25% ($F/C=0.25$) とし、水-セメント-フライアッシュ比 $W/C/F$ を49%とし、セメント砂比はコンシステンシー試験用1.75 sc ポートによる流下時間が16 ± 1 秒となるように試的に定めた。その結果、混和剤を用いた場合には、 $C:F:S=1:0.25:1.25$ となり、混和剤を用いない場合には、 $C:F:S=1:0.25:1.10$ となった。また、混和剤の使用

表-1 注入モルタル試験結果

混和剤の種類	A (Al粉末併用)	B	C	なし
ブリージング率(%) (メスシリンダー法)	8.6	7.5	8.5	9.5
膨脹率(%) (ポリエチレン袋法)	8.8	5.7	10.2	1.2
圧縮強度(kg/cm^2) (直径5cm, 高さ10cm) (のシリンダー, 材令28日)	361	323	344	373

量は、製造者の指定する標準の量とした。即ち、Aは(C+F)の0.25%、BおよびCは(C+F)の1%とした。Aを用いる場合のアルミウム粉末の使用量は(C+F)の0.015%としたのである。

各注入モルタルの膨脹率、ブリージング率、圧縮強度は、表-1に示すようであった。ブリージング率は、A、B、C、いずれの混和剤を用いた場合にも大差なりが、膨脹率は相対に異なり、Cの場合が大きくBの場合が小さい。また、圧縮強度もそれほどの差はないが、Cの場合は空気量が大きくてもBの場合より強くなっている。

モルタルの練り混ぜには、容量40l、回転数200rpmのグラウトミキサーを用い、10分間練り混ぜた。

主として用いた型枠は、断面15×15cm、高さ150cmの鋼製で、この中に粗骨材を念に填充したのち水を張り、型枠側面の下部に設けた直径24mmの小孔からモルタルを注入した。填充した粗骨材上面に約20個の小孔をあけた木片を置き、これを約0.1%の圧力でおさえながら約1%の注入圧力で注入したが、注入し終るまでの時間は約10分間であった。

供試体は、いずれも高さ150cm、断面15×15cmであるが、まず3等分し、各々について曲げ試験を行ったのち、圧縮試験をしたのである。

透水試験用供試体は、打込みの際、型枠中央部に鉛直に直径20mmの鋼棒を入れておき、打込み終了後約24時間後に鋼棒を引抜き中央に直径20mmの小孔を開けた。試験日の6日前にダイヤモンドカッターで切断し、15×15×30cmの透水試験用

供試体4個も作製し、試験日まで22~25℃、R.H.50%の恒温室で乾燥させた。

引抜き試験用供試体は、高さ150cmを5等分し、各々の中央に直径25mmの丸鋼を水平に埋込んでものである。

また、直径15cm、高さ30cmのシリンドラ-供試体を用いたプレパックドコンクリートにより圧縮強度を試験した。その結果は表-2のようであって、モルタルの圧縮強度試験結果と同様に、混和剤Cの場合が最も強くなっている。

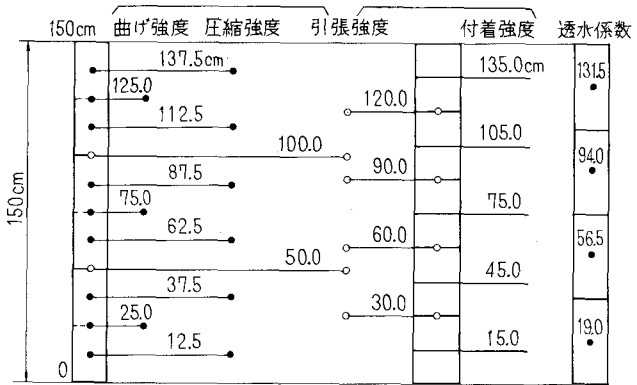
いずれの供試体も、打込み後2日目に脱型し、材令28日に試験するまで室温22~25℃の恒温室で十分な湿潤養生を行った。

各々の供試体における試験位置は、図-1に示してある。

表-2 プレパックドコンクリートの圧縮強度
(直径15cm、高さ30cmのシリンドラ-供試体)

混和剤の種類	A (Al粉末併用)	B	C	なし
圧縮強度 (kg/cm ²) (材令28日)	229	218	267	119

図-1 引張・曲げ・圧縮強度、付着強度および透水係数等の試験位置



2. モルタルの膨脹が及ぼす効果

高さを要するプレパッドコンクリート中に埋込んだ丸鋼の付着強度試験結果は図-2のようであつて、混和剤を用いないものの付着強度は著しく弱いが、A、BまたはCの混和剤を用いたものはいずれも良好な付着性能を有し、モルタルの膨脹作用の効果が明瞭に認められる。例えば、混和剤Aを用いた場合、平均の付着強度を100とすれば、混和剤を用いない場合は77であつた。各混和剤の膨脹率には若干の差が認められたのであるが、もろを用いたコンクリートの付着強度は大差ない。

鉄筋の位置と付着強度との関係は、下部では若干大きい中央より上方では殆んど同様である。これは、注入モルタルのブリージングによる悪影響が比較的に少ないため、いずれも膨脹作用によって付着性状が改善されたことによるものと思われる。相当な高さの鉄筋コンクリート部材に、スランプの大きいコンクリートを打込むと、ブリージングの悪影響によって上部の鉄筋の付着強度は下部の鉄筋の付着強度より相当に劣り、丸鋼の場合には $\frac{1}{2}$ 以下に減ずることもある。従つて、前記の試験結果はプレパッドコンクリートの一つの特徴を明示するものである。

透水係数の試験結果は、図-3のようであつて、当然のことからモルタルの膨脹作用の効果は、付着強度の場合よりも遂に著しく、混和剤を用いない場合の透水係数は用いた場合の十数倍になっている。また、付着強度の場合と異なり高さの増加に伴つて透水係数は加速度的に増大し、上面より50cmの位置における透水係数に比べて上面より20cmの位置の透水係数は3~4倍となっている。これは、注入モルタルにおけるブリージングによって上部のモルタルにおける水セメント比が増大したこと、モルタルに作用する圧力の相違により空き泡の直径が上部ほど大きいこと、等によるものと思われる。プレパッドコンクリート部材におけるモルタルの上昇速度はこの試験体の場合よりも遂に小さいので、部材におけるブリージングの悪影響はこの実験例よりも小さいとは思われるが、この実験結果は部材上部約50cmが下方部に比べて著しく品質の劣るコンクリートとなることを示すものである。

混和剤Cの場合は、BおよびAの場合に比べて透水係数が幾分小さいのは、膨脹率が大きいことによると思われる。

3. プレパッドコンクリートの打上り高さと強度との関係

プレパッドコンクリートのそれぞれの高さにおける引張強度の試験結果は図-4のようであつて、

図-2 高さの異なる各部コンクリートにおける丸鋼の付着強度

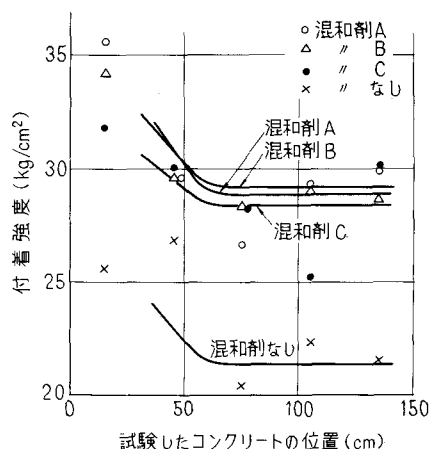
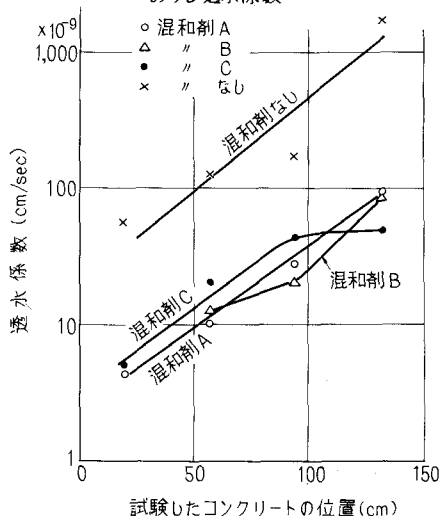


図-3 高さの異なる各部コンクリートにおける透水係数



混和剤を用いたものの引張強度はいずれも用いたものより遙に強くなっている。引張強度とモルタルの膨脹率との関係は、図-5のようであって、膨脹率の大きいもの程引張強度が大きくなるこ

と、即ち、注入モ

ルタルと粗骨材との付着が改善されることが示されている。しかし、図-4によれば、上層約50cmの部分では高さの高いほど引張強度が低下し、上層部が品質の悪いコンクリートになっていることが示されている。また、混和剤AおよびBに比べてCの方が若干勝れていることも認められる。

曲げ強度は、試験値が少く試験の誤差も大きかったが、引張強度と同様な傾向にあることが示された。

圧縮強度の試験値は図-6のようであって、引張強度とほぼ同様の傾向が認められる。この試験は、曲げ強度試験を終ったコンクリートの折片について実験したため、供試体によってはその中心軸と支矛軸とが正しく直角となっていなかった場合もあったと思われる。混和剤Bの試験値が意外に低いのはこの理由によると思われる。

プレパックドコンクリートの施工上の難点としては、注入したモルタルの打上り面を水平に保つことが困難であり多少傾斜することは避けられないので、傾斜面に沿ってモルタルが流れ分離することが著しに挙げられる。従って、この悪影響について検討する必要がある。なお、まだ固まらないう注入用モルタルの必須条件としては、浸透性および膨脹性と共に保水性が極めて重要となるが、以上に述べたものには、これらについての実験検討が含まれていない。この種の実験は、現在実施中である。

終始懇切なる御指導を賜った國分王胤先生に深く感謝の意を表すると共に、実験にあたって、常に御助力いただいたコンクリート研究室の方々に感謝致します。

図-4 高さの異なる各部コンクリートにおける引張強度

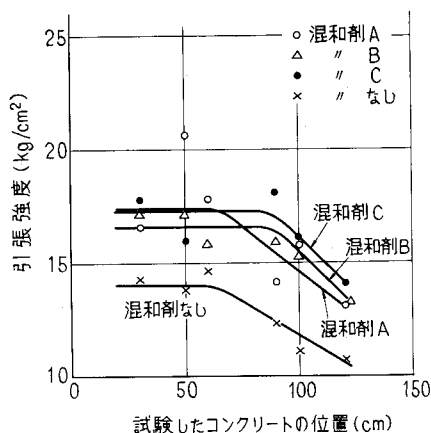


図-5 コンクリートの引張強度(平均値)とモルタルの膨脹率との関係

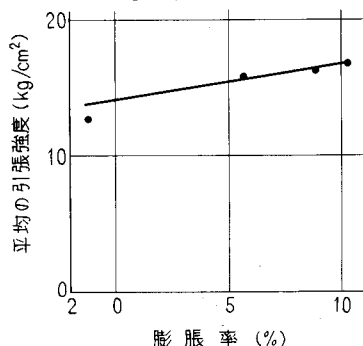


図-6 高さの異なる各部コンクリートにおける圧縮強度

