V-94　　高強度プレパックドコンクリートの施工方法に関する研究

清水建設株式会社　正　奥村忠彦
東京工業大学　正　長滝重義
日曹マスタービルダーズ(株)　正　中川脩

1．まえがき

プレパックドコンクリートは水中コンクリート工事，補修・補強工事，しゃへい用重量コンクリート工事，地下構造物などに数多く用いられ，今や長大橋の基礎のように大型海中構造物にも用いられている。しかし，従来のプレパックドコンクリートには，設計基準強度は200kg/cm²程度が限界であり，品質のばらつきを防止するための施工条件にも厳しい制約があるなどの問題点があった。

そこで，これらの問題点を改良すべく，高性能減水剤を注入モルタルに応用して水セメント比の低減，流動性の改善を計るとともに，均等に練りまぜる方法，円滑に圧送する方法などの検討を行った。

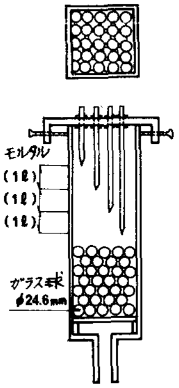
本文は，以上の研究結果に基づいて，高強度でかつ品質のばらつきの少ないプレパックドコンクリートの施工方法について論じたものである。

2．高強度プレパックドコンクリート用混和剤について

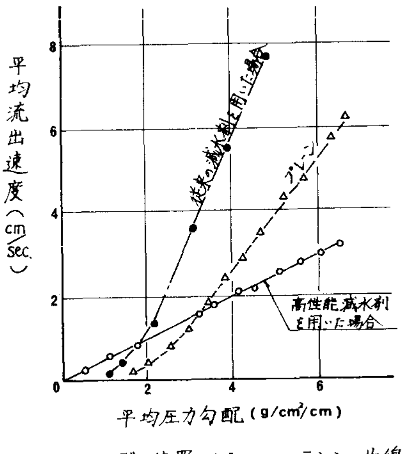
高性能減水剤を用いた注入モルタル（高強度モルタルと呼ぶ）の流動性，強度に関して長滝ら[1)]によって研究が行われている。その結果，従来の混和剤を用いた注入モルタルに比べて粘性が著しく増大し，例えば，Pロートによる流下時間は従来のモルタルが16～20秒に対して，高強度モルタルは60～120秒となることが示され，モルタルの流動性を表わすのにPロートよりも図－1に示すようなMロートの方が適していることを明らかにしている。高強度モルタルの圧力勾配と流速の関係は図－2に示すように原点を通るほぼ直線となり，ニュートン流体に近いことも示されている。すなわち，圧力勾配が小さくてもモルタルの流動が生じるので，粗骨材の間げきに高強度モルタルを注入した場合，モルタル表面の勾配（流動勾配）が小さくなるのである。また，高強度モルタルの水結合材比は33％程度（従来のモルタルは50％程度）に減少でき，ブリージングがゼロ（従来のモルタルは3％以下），圧縮強度は600kg/cm²程度得られることも明らかにされている。

本研究では，以上の結果に基づいて，プレパックドコンクリートの高強度化および流動勾配を小さくすることによって品質のばらつきを低減することを目的として，混和剤に高性能減水剤を用いることにし，さらに，水中における材料分離を防止する保水性，施工性を改善するために凝結遅延剤，保護コロイド剤，アルミニウム粉末などを調合した粉末状の高強度プレパックドコンクリート用混和剤を製造することにした。

混和剤の試作をくり返した結果，ブリージングはゼロ，流動勾配は従来のモルタルの場合の約1/2の1:4～6，プレパックドコンクリートの圧縮強度は従来の約2倍の400～500kg/cm²が得られる混和剤が試作された。この混和剤（GF－800と呼ぶ）の使用量は，結合材（C＋F）×1％で，従来の混和剤と同様に取扱うことができる。




図－1　Mロート

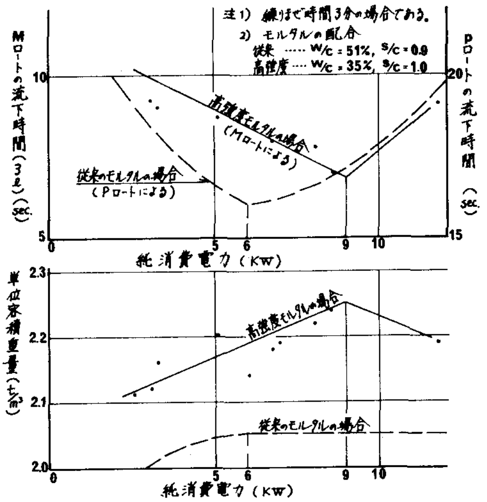



図－2　モデル装置によるコンシステンシー曲線

3．高強度プレパックドコンクリート用施工機械について

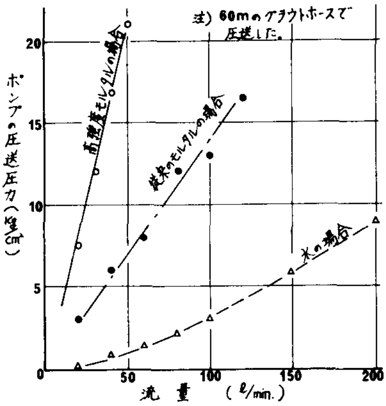
GF－800を用いた高強度モルタルは粘性が大きいので，従来使用しているモルタルミキサ，モルタルポンプの改良が必要であった。

モルタルミキサのかくはん翼の形状，角度，回転数を変えて試験した結果，図－3に示すように，モルタルの練りまぜに消費されるエネルギー，すなわち純消費電力が9KW以上になると練りまぜ過ぎで，かくはん中に空気をモルタル中に巻き込んで単位容積重量が低下するので，高強度モルタルの場合，9KWが最適な純消費電力で，従来のモルタルの場合[2]の約1.5倍のエネルギーが必要であることが示された。したがって，高強度モルタル用のミキサを設計する場合には，従来のミキサを1.5倍パワーアップすればよいのである。




図－3　モルタルミキサ性能試験結果の一例

モルタルポンプは，従来よく使われているピストン式を用いると図－4に示すように，少ない流量でも圧送圧力が大きくなるので適していない。ねじ式のモノポンプであれば，10ℓ/min.の流量に対して0.5kg/cm²と小さな圧力で圧送できるので，高強度モルタルの圧送にはモノポンプが適していると思われる。



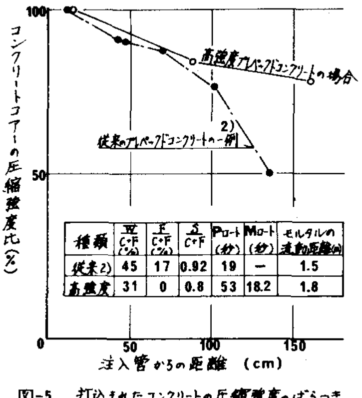

図－4　ピストン式モルタルポンプの性能試験結果

4．注入管の間隔について

高強度モルタルを粗骨材の間げき中へ注入する場合，注入管の間隔と粗骨材の寸法との関係，モルタルの流動に伴なう品質のばらつきなどの検討を行なった。

一例として，幅2.1m，奥行0.3m，高さ1mの型わくに20～40mm砕石を投入して高強度モルタルを1.8m流動させた場合の結果を図－5に示す。浅間ら[2]は，直径3m，高さ2.4mの型わくに20～40mm砕石を投入して従来のモルタルを1.5m流動させた結果を報告しているが，高強度モルタルの場合に比べて品質のばらつきが大きいので，粗骨材の寸法を大きくして品質のばらつきを小さくする対策を講じている。

したがって，高強度プレパックドコンクリートを用いれば，比較的小粒径の粗骨材を用いても注入管の間隔を従来の場合よりも大きくとることができることが示された。




| 種類 | W/(C+F) (%) | F/(C+F) (%) | S/(C+F) | Pロート (秒) | Mロート (秒) | モルタルの流動距離(m) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 従来2) | 45 | 17 | 0.92 | 19 | － | 1.5 |
| 高強度 | 31 | 0 | 0.8 | 53 | 18.2 | 1.8 |

図－5　打込まれたコンクリートの圧縮強度のばらつき（20～40mm砕石を粗骨材として用いた場合）

5．まとめ

高強度で品質のばらつきの少ないプレパックドコンクリートを施工する方法が確立できた。今後，高強度が必要とされる海中の場所打プレストレストコンクリート構造物，ノーブリージングが要求される放射線しゃへいコンクリートなどへの応用が期待される。

本研究に関係していただいた方々に感謝の意を表する。

（参考文献）


1）長滝・文・長瀬：“注入モルタルの流動性と強度に関する研究”　土木学会才29回概要集，1974.10

2）浅間・原田：“本州四国連絡橋基礎工に関するプレパックドコンクリートの大型施工実験”セメント・コンクリートNo.292，1971