

清水建設株式会社 正会員 ○ 奥村 忠彦
〃 〃 石塚 敬 へ
本州四国連絡橋公団 〃 金 沢 克 義

1. ま え が き

最近、海中に大型のプレパクトコンクリート構造物が建設されるようになった。均等質で高品質のプレパクトコンクリートを打設するにはモルタルを連続的に注入することが望ましい。そのために、構造物が大型化するとプレパクトコンクリートの急速・大量施工方法の開発が必要となり、大容量モルタルプラントの開発などが行なわれてきた。

同時に、型わくも大型化するために、型わくの経済的設計が必要になった。型わくの経済的設計は、プレパクトコンクリートが型わくに作用する圧力（側圧）の算定に左右されると言っても過言ではない。しかし、従来、この種の研究は少ないので、プレパクトコンクリートの側圧を算定する実用式の確立が望まれている。

そこで、本文はプレパクトコンクリートの側圧に関する研究の第一段階として、若材令（材令1日以内）時の注入モルタルのせん断特性、とくに粘着力および内部まっさ角の経時変化について報告したものである。

表-1 注入モルタルの配合

W C+F (%)	F C+F (%)	S C+F (%)	I.A. C+F (%)	単 位 量 (kg/m ³)				
				C	F	S	W	I.A.
50.3	20	1.0	1.0	661	165	826	415	8.26

注) I.A.は 混和利のことである。

2. 使用材料および配合

セメントは日本セメント埼玉工場製の普通ポルトランドセメント、フライアッシュは電発フライアッシュ磯子工場製のを用いた。細骨材は利根川産川砂で2.5mmふるいを100%通過したものを用いた（比重2.60、吸水量2.19%、粗粒率1.70）。混和剤は減水剤とアルミニウム粉末の両方の効果を備えたコンケム社製のイントルージョンエイドを用いた。

注入モルタルの配合は表-1に示すものとし、すべて同一配合で試験した。

表-2 各試験の試験時間

試験の種類	温度(℃)	試 験 時 間 (時間)
ベーン試験	10	0, 2, 4, 6, 8, 9, 10
	20	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6
	30	0, 1, 2, 3, 35, 4, 45
三軸圧縮試験	10	0, 6, 8, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21
	20	0, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13
	30	0, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8

3. 試 験 方 法

注入モルタルの練りまぜはプレパクト用モルタルミキサ（電動式、練りまぜ容量100ℓ、回転数180rpm）を用いて、水、混和剤、フライアッシュ、セメントを1分間、細骨材を1分間で投入した後に3分間かくはんする方法で行なった（合計5分間）。

練りまぜ後、注入モルタルのコンシステンシー（フロー値）、膨張率・ブリージング率、凝結試験を行なうとともに、プロクター貫入試験、ベーン試験、三軸圧縮試験を行なった。

試験の変動要因はモルタル温度（練り上がり・養生温度）のみとし、10、20、30℃の3種の温度について、表-2のような経過時間にそれぞれ

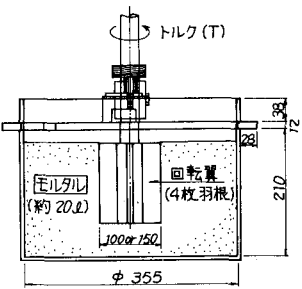


図-1 ベーン試験装置

れの試験を行なった。

練り上がり温度は主として練りませ水の温度によって調節した。養生は環境可変室で行ない、湿度はつねに60%とした。

(1) ベーン試験方法

練りませ後数時間の比較的軟らかい注入モルタルの粘着力はベーン試験によって求めた。

試験装置は図-1に示すようで、容量20Lの容器に試料モルタルを入れて直径10もしくは15cmの回転翼(4枚羽根)を回転させるものである。回転翼が回転し始める時のトルクから粘着力(c)を求めた。

(2) 三軸圧縮試験方法

供試体は $\phi 5 \times h 10 \text{ cm}$ とし、モルタルが自立する場合と自立しない場合では異なる型わくを使用した。自立する場合は圧縮強度試験用の型わくを用いた。自立しない場合は、両開きの型わくを用い、型わくの接合部にオブラートを付け、そのまま図-2のような装置にセットした。その後、圧力室内に注水すればオブラートが溶け、同時に型わくがはずれるのである。

試験方法は非圧密非排水試験で、ひずみ制御($0.8\%/\text{分} = 0.8 \text{ mm}/\text{分}$)で荷重(σ_1)をかけて最大主応力差($\sigma_1 - \sigma_3$)を求めた。側圧(σ_3)は検討した結果、0.1, 0.3, 0.6 kg/cm^2 の3種とした。

4. 試験結果および考察

(1) 品質管理試験結果

注入モルタルのフロー値、膨張率、ブリージング率、凝結試験の結果は表-3のように標準的な結果であった。

しかし、モルタル温度が凝結時間に及ぼす影響はとくに大きかった。例えば、温度が30°Cから10°Cに低下すると凝結時間は約2.5倍に遅延したのである。

(2) 粘着力および内部まっさつ角について

ベーン試験から求めた粘着力の経時変化は図-3のようであって、良好な結果であったと思われる。モルタル温度による影響も明らかに示された。

次に、三軸圧縮試験によって最大主応力差($\sigma_1 - \sigma_3$)が各経過時間、各側圧(σ_3)毎に求まるので、この試験結果からモールの応力円を描いて、粘着力(c)と内部まっさつ角(ϕ)を計算した。モールの応力円の代表的なものを図-4に示した。

まず、粘着力について、練りませ後数時間はベーン試

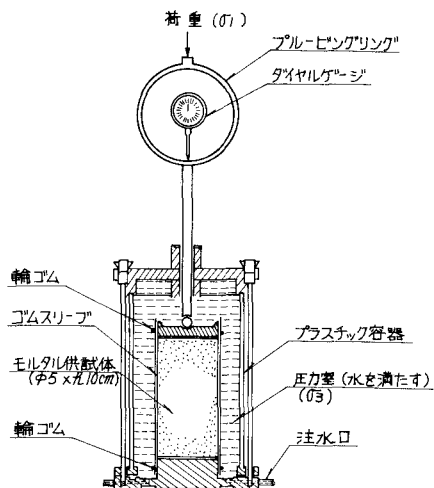


図-2 三軸圧縮試験装置

表-3 品質管理試験結果

温度 (°C)	70-値 (秒)	3時間後(%)		凝結(時分)	
		膨張率	ブリージング率	始発	終結
10	18.3	5.40	2.87	15-01	18-48
20	20.2	6.58	3.49	8-37	11-08
30	17.6	8.41	4.15	6-07	7-41

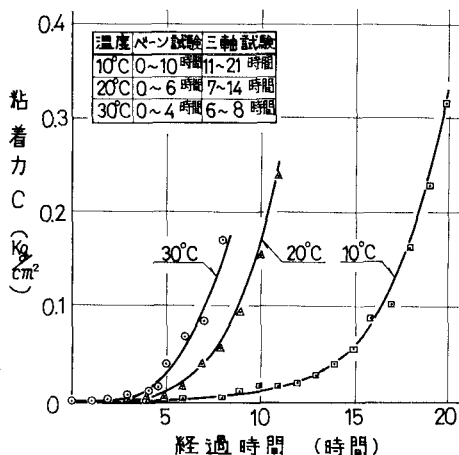


図-3 粘着力の経時変化

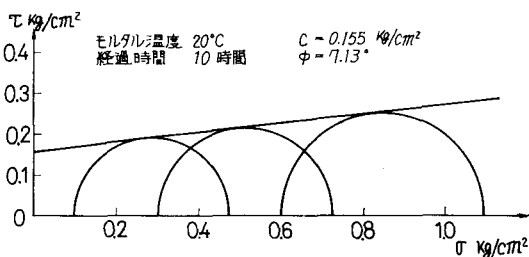


図-4 典型的なモールの応力円

験結果を、以後は三軸圧縮試験結果を採用すると、図-3のように連続性が認められ、この2つの試験を併用すれば粘着力の経時変化が適確に求められることが明らかになった。

内部まざつ角は三軸圧縮試験結果から求めたが、図-5のように粘着力と同様な傾向が認められた。しかし、粘着力の場合よりも経時変化が急激であったと思われる。

粘着力、内部まざつ角ともにモルタル温度の影響を受けるのは当然であり、その影響は凝結試験結果の場合とほぼ一致した。

(3) プロクター貫入抵抗値と粘着力および内部まざつ角との関係について

注入モルタルのベーン試験、三軸圧縮試験は特殊な試験方法であるために、一般化された試験方法との関連を求めておいた方が望ましく、そのためにプロクター貫入試験を行なった。その結果は粘着力の試験結果と同じ傾向を示した。

プロクター貫入抵抗値と粘着力との関係を求めると、図-6のようにきわめて良好な関係が認められた。すなわち、モルタル温度に関わらず、貫入抵抗値と粘着力とは一対一対応することが明らかになった。内部まざつ角も同様であった。

したがって、注入モルタルの粘着力および内部まざつ角と貫入抵抗値との関係を求めておけば、現場で施工する場合は、品質管理としてプロクター貫入試験を行なえばよいのである。

5. ま と め

プレパクトコンクリートの側圧に関する研究の第一段階として、若材令の注入モルタルのベーン試験、三軸圧縮試験を行なった。その結果、これらの試験によって、注入モルタルの粘着力および内部まざつ角の経時変化、温度による相違が明らかになった。また、粘着力および内部まざつ角とプロクター貫入抵抗値との間には良好な関係が認められ、プロクター貫入試験は品質管理試験方法として優れていることが示された。

最後に、本研究を行なうに際して有益な御示唆、多大な御助力をいただいた本州四国連絡橋公団、清水建設(株)研究所、土木設計部、土木技術部の方々に厚く御礼申し上げる。

(参 考 文 献)

- 1) 武川恵え助 “大黒埠頭連絡橋橋脚工における鉄骨プレパックドコンクリートの施工” コンクリート・ジャーナル Vol.12, No.11, 昭和49年11月
- 2) 人見・坂本・山中・高島 “本州四国連絡橋実験工事(その2) 海中コンクリートの大規模実験工事” 土木施工 15巻4号 昭和49年4月
- 3) 奥村・今井・新見 “注入モルタルの温度がモルタルの諸性質に及ぼす影響について” セメント技術年報 昭和48年

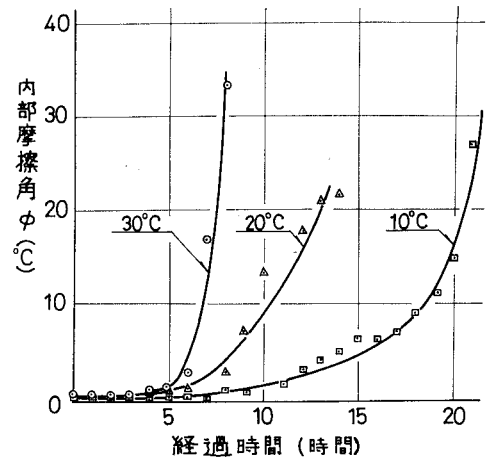


図-5 内部まざつ角の経時変化

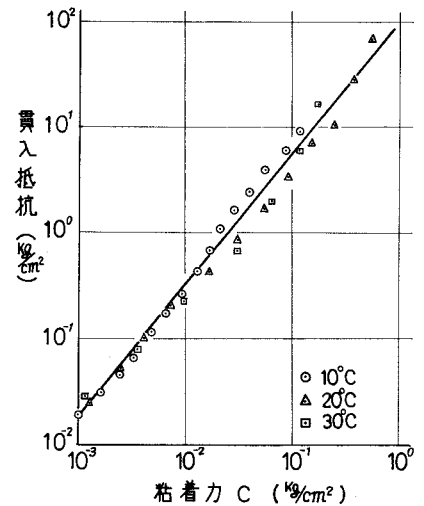


図-6 プロクター貫入抵抗値と粘着力との関係