

I-42 高温高压養生を受けたポルトランドセメントモルタルの強度に関する研究

防衛大学校 土木工学教室

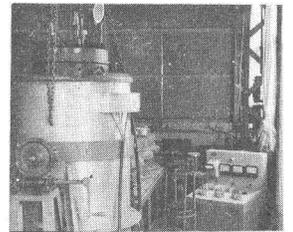
正員 淨法寺 朝美

正員 加藤 清志

1.梗概 コンクリートの高温高压養生は、コンクリートの硬化を促進して短期間に所要の強度を得ようとするものである。コンクリートの高温高压養生の第一段階としてモルタルの高温高压養生について述べる。この養生法によると普通の温度における状態と異った化学変化が起り、カルシウムとシリカとの化学反応が進み、安定な珪酸カルシウムができ標準養生の28日強度を上回る強度が出るものと考えられる。また強度低下の原因について二三考察した。実験結果からプレキャスト製品作製の基礎的養生条件を見出すものとする。

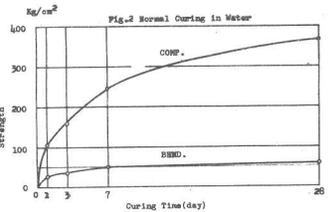
2.実験装置、材料及び実験方法 (1)装置(Fig.1) 内容積60ℓの内室をもつ罐体で10KVA.の電熱器で9ℓの仕込水を加熱できる。また内室に供試体を支持する架台がある。モールドは4×4×16^{cm}三連である。(2)材料 セメントはI社普通ポルトランドセメントで物理試験化学分析表は今省略する。(3)実験方法 JIS R5201セメント物理試験方法に基づいて供試体を作製し、実験室内(室温25℃,湿度80%)に30分間放置し更に1時間電気恒温乾燥機(38℃)に入れ、その後表面仕上げをしそのまゝオートクレーブの中に入れ養生する。養生条件はTab.1のごとし。

Fig.1 Apparatus

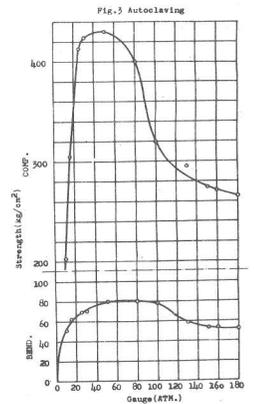
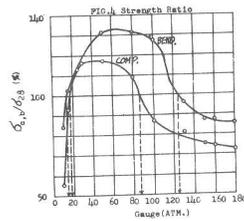


TAB.1 Curing Conditions

Max. Press.	(ATM)	10	15	25	30	50	80	100	130	150	160	180
Max. Temp.	(deg. C)	170	196	227	235	265	298	317	337	347	353	361
Cell Temp. when covered	(deg. C)	42	45	52	48	32	30	50	41	25	26	25
Time Duration till optimum Pt.	(h-m)	1-25	1-45	2-14	3-05	3-23	2-25	2-04	2-25	2-31	2-49	2-56
Cell Temp. when discovered	(deg. C)	102	101	110	116	120	102	83	123	102	102	104
Total Time of Curing Duration	(h-m)	13-35	14-10	14-00	14-28	13-50	14-40	15-55	15-20	14-52	15-40	17-23
Maturity (x10 ⁴)	(min. deg. C)	10.8	12.3	13.6	14.6	15.1	17.1	18.9	19.2	19.5	20.7	23.6



3.実験結果 各条件における曲げ及び圧縮供試体数はそれぞれ水18筒、36筒で各平均値ととり次図を作製した。Fig.4から標準養生をした28日強度を上回る条件は圧縮では20ATM(210℃)から90ATM(307℃)、また曲げでは15ATM(196℃)から120ATM(320℃)でそれぞれ水のピークは50ATM(265℃)、60ATM(276℃)であった。経済的な条件(これを最適条件 Optimum point と名づける)として50ATM(265℃)を採用できる。この最適条件以上に養生するとFig.3から明らかのように強度の低下著しく180ATM(361℃)でFig.4から28日強度の70~85%を示す。この強度後退現象(これを過熱脆化 Mature brittleness と名づける)の原因について次のように考察した。また熟成度(Maturity)については50ATM(265℃)の時15×10⁴min.とで28日標準養生30×10⁴min.の約5倍であった。



4. 考察 (1) 早期強度を支配している Alit の主成分である C_3S の水和作用は、次のように $Ca(OH)_2$ の柱状及び六角板状の結晶と $C_2S \cdot nH_2O$ のゲル状物質を生ずる。 $C_3S + (n+1)H_2O = C_2S \cdot nH_2O + Ca(OH)_2$ $n=4,5$
 C_2S は α, β, γ の 3 態があり $675^\circ C$ で β -type から γ -type に転位する。このとき約 10% の膨脹がある。過熱脆化の起る範囲でこの現象が促進され、ブロック内部に hair crack を生じしめ強度の低下をもたらす原因(=水を焼割水 Burnt cracking と名づける)と考えられる。

(2) 骨材としての石英砂とポルトランドセメントの水和から生じた珪酸石灰類の熱膨脹係数の差が弱英である。それら係数は一般にそれぞれ $54 \sim 110 \times 10^{-6}$ 及び $110 \sim 160 \times 10^{-6}$ である。これによる差応力がセメントペーストと骨材粒子間のボンドを減少せしめる。

(3) 最近の X 線での研究ではセメントゲル中の水酸化石灰は層構造を有した結晶を有している。このような結晶は層間に水をもっており乾湿によつて、これら結晶水の得失が体積変化をもたらす。温度約 $300^\circ C$ に達するとゲル中の毛管水が放出され従つて収縮が生じ強度を増加せしめる。次に水酸化石灰中の化合水が放出される。収縮した毛管孔中に存在する水酸化石灰の脱水のためセメントゲルが破壊され強度が低下する。

(4) 内部表面積 ($S: cm^2/g$) は次のごとく表される。 $S = a \left(\frac{V_m N}{M} \right) \dots (1)$ ここで $a=1$ 分子の表面積。
 $V_m=1$ 分子厚さの層に必要な試料の量。 $N=6.06 \times 10^{23}$ (アボガドロ数)。 $M=$ 試料重量。今 a はリビングストンの水に対しての値 $0.6 \times 10^6 cm^2/molecule$ を用いると、(1) 式に代入して $S = 357 \times 10^6 V_m$ とふる。この関係式を用いた実験によると過熱脆化の起る範囲ではセメント粒子の大きさは温度増加と直線的割合で増大することがわかっている。一般に粗大粒の組織は機械的性質特に衝撃及び疲労抵抗が著しく低下するものであるから、同様に強度低下に大きな影響を与えていると考えられる。