

養生期間がペースト、モルタルの収縮に及ぼす影響について

秋田工業高等専門学校 ○学生員 保坂 悟
 “ 正 員 庄谷征美
 “ 米谷 裕

1. まえがき

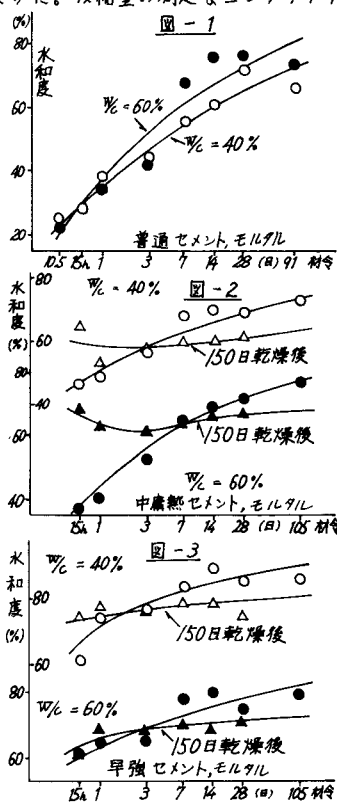
本研究は、昨年に引き続き養生期間がペースト、モルタルの収縮量に及ぼす影響を実験的に捕えようとしたものである。そのために、真空乾燥法および室内乾燥法の二方法によって上記収縮の材令に伴う変化を、セメントの水和との関連において解析することを試みた。

2. 実験概要

用いたセメントは、普通、中腐熱および早強ポルトランドセメントである。細骨材は豊浦標準砂を用い、試料としては、セメントペーストおよびモルタルを用いた。配合は水セメント比 40% および 60% とし、モルタルでは単位水量 330% とした。供試体寸法は、セメントペーストの場合 $1 \times 1 \times 16 \text{ cm}$ 、モルタルでは $4 \times 4 \times 16 \text{ cm}$ として三連型枠を用いてこれらを製造した。練りませには、モルタルミキサーを使用した。養生は一部を除いて、所定の材令まで標準養生を施した。収縮試験は、材令 15 時間、1 日、3 日、7 日、14 日、28 日および 91 日 (150 日) から開始し、真空乾燥試験では、0.5 mm Hg、105℃ の条件でこれを行ない (1 日～3 日間乾燥)、室内乾燥試験では 50% R.H.、20℃ 下で乾燥期間 150 日まで測定を行なった。試験項目は、収縮量および逸散水量の測定を主に行ない、水和度、動弾性係数の測定もこれに併行して行なった。収縮量の測定はコンタクトゲージ (検長 100 mm) を使用し、逸散水量の測定には 0.5g 感量の台秤および 0.1mg 感度の化学天秤を使用した。水和度の算定は、 $\%C = 1000\%$ のセメントペーストを 3 ヶ月間連続攪拌した場合の水和度を 100% とし、セメント、細骨材の強熱減量を考慮して計算よりこれを算出した。

3. 結果および考察

(1) 材令と水和度の関係 : 図-1、図-2、図-3 に普通、中腐熱および早強ポルトランドセメントを使用した場合の材令に伴うモルタルの水和度の変化を示した。これより、材令の増加に伴い水和が進行しているようすが明瞭に認められる。特に早強ポルトランドセメントにおいては、若材令における水和の進行が速やかであることが理解できる。なお、普通ポルトランドセメントを除いた場合には 150 日室内乾燥後の水和度も併記したが、これによると材令 3 日から 7 日を境にして、それより材令が増加すると水和度は水中養生後のそれよりも低下し、逆に養生材令がそれより若い場合には水和度が増大していることが認められる。特に 15 時間程度のところでは極端に大きく出ている傾向がみられるが、これは炭酸化的影響によるものと考えられる。全般的にみると乾燥後 150 日においては、養生期間の長短に材令がわずかに水和度に顕著な差がない結果を示しているのが注目される。若材令が乾燥させても内部の水和は相当に進行すること、さらに養生期間が長い場合では、50% R.H. 程度の湿度下においてもゲルよりの脱湿が起っているのではないかという疑問が生ずる。このことについては他研究者による報告もなく、明確な結論は出せない。しかし、乾燥に



よって内部の水和機構に何らかの変化が生じているのは確かだと思われる。特に乾燥に伴う強度、その他の性質の変化と関連して今後詳しく調べる必要があると思われる。

(2) 真空乾燥試験：セメントペーストおよびモルタルについて真空乾燥試験を実施した。その例を図-4、図-5に示した。これによるとセメントの種類にかかわらず、材令15時間から1日程度で収縮の第一のピークが現われ、その後材令の増加に伴って収縮はなだらかに減少していく傾向があり、28日以降の材令で急激に増大していく結果となった。一般にセメントの水和の進行は、収縮を増大させる効果をもつといわれている。これは、収縮を拘束する未水和セメント部分の減少を意味している。山本は各水和段階におけるペーストの比表面積を測定し、収縮と同様に若材令においてピークを見い出してあり、このことからすれば収縮とグールの比表面積はほぼ比例関係にあることが推測される。したがって、このような過酷な条件下における収縮の主役は固相の表面エネルギーの変化等に依存すると言わざるを得ないであろう。

(3) 室内乾燥収縮試験：図-6、図-7に20日および150日室内乾燥時における収縮量と養生期間との関係の例を示した。普通ポルトランドセメントでは、材令によって収縮量の変化は激しくなっている。水セメント比40%では、若材令に対し長期材令の収縮量が低下してその差も大きい。逆に、水セメント比60%では材令が進むにつれて収縮が増大しており、炭酸化の影響を除外すれば若材令の収縮量はさらに小さくなると思われる。水セメント比40%のペーストの場合は、どのセメントを使用しても養生期間が短いほど収縮量が大きくなる傾向が認められた。図-8には、水セメント比60%の中腐熟および早強ポルトランドセメントの残留水率（全容積に対する残留水の割合）と、炭酸化による重量増加のみあう収縮増大分を除いた収縮量と動弾性係数の積との関係を示した。この関係がほぼ直線的であることから、残留水分により毛管張力が働き、それによる内部応力が収縮をひき起こすとのいわゆる毛管張力説の成立が有力であることを示していると思われる。中腐熟および早強セメントにおける直線の勾配の違いは、ポロジターの分布およびクリープ特性の違いに帰因すると考えられる。また、水セメント比40%ではばらつきが大きく明瞭な直線関係が認められなかったが、これは内部の水分状態が外気湿度に完全に平衡状態に達していないためと推察された。

4. まとめ

真空および室内乾燥収縮試験と水和特性との関連で考察した。真空条件では全般的に水和の進行に伴ない収縮は増大傾向にあるが、若材令において特異なピークを示すことが認められた。室内乾燥では、 W/C 60%では養生期間即ち水和の増進にしたがって収縮量は増加傾向にあること、 W/C 40%では比較的若材令で収縮のピークが現われることが認められた。今後は炭酸化の影響を把握し、内部ポロジターの観察、および湿度条件を変え実験的に検討してゆく必要がある。

