

V-11 イオウ含浸モルタルの力学および熱的性質

東急コンクリート工業(株) 正員 菅間俊文

1. まえがき

樹脂をコンクリートおよび石膏など多孔質材料に含浸せしめることにより、多孔質材料の力学の性質を大幅に改善することは、ポリマー含浸コンクリートおよびポリマー含浸石膏などに関連した数多くの研究報告から明確である。すなわち、以前より、多孔質材料の空隙をなんらかの物質で充填し、空隙を減少させることが力学の性質の向上に大きく寄与すると考えられている。そこで、本研究では、樹脂に比較して約1/2の低価格で、しかも、低粘度、耐酸性を有する液状イオウをモルタル内の空隙に含浸し、イオウとモルタルの一体化を試みた、イオウ含浸モルタルの力学の性質および熱的性質を検討し、その結果を報告するものである。

2. 使用材料および試験方法

実験に使用した材料、セメントは普通ポルトランドセメント、細骨材は粗粒率2.82の砂(粒径2.5mm以下)、そして、含浸液としては純度99.8%の工業用イオウを用いた。

イオウ含浸モルタルの作製、表-1に示すように、 $C/S = 1/2, 1/3$ 配合(重量比)のモルタルを $4 \times 4 \times 16$ cm(曲げ、圧縮強度試験用)および 5×10 cm(圧縮静弾性試験用)の寸法に成形し、1日湿潤-2日および6日水中養生を行ない、130℃で約24時間乾燥したものゝ基材モルタルとし、それを125℃〜135℃に保たれている液状S₈型イオウ中に浸漬し、3%のN₂ガス圧で、1, 2, 5時間加圧含浸せしめた後、直ちに、20℃水中に約5分間浸し、イオウ含浸モルタルを作製した。図-1には、イオウ含浸モルタルの各含浸時間後の残留空隙、モルタルおよびイオウの体積分率を表示した。

試験方法、空隙の測定はベックマン比重計を用い、強度および圧縮静弾性試験はJISおよびASTMに準じて行なった。耐熱性試験は130℃の温度で3日、7日、14日、21日、28日加熱し、各加熱時間後の重量変化率、加熱直後の強度および常温に戻した後の強度を測定した。

耐水および耐熱水性試験は20℃水中および100℃沸騰水に3日、7日、14日、21日、28日浸漬させ、各浸漬期間後の重量変化率および常温に戻した後の強度を測定した。但し、圧縮静弾性試験、耐熱性試験、耐水および耐熱水性試験のイオウ含浸モルタルは $C/S = 1/3$ 、材令7日の基材モルタルに、イオウを3%のN₂ガス圧で5時間含浸させたものである。

表-1 基材モルタルの材令別強度および空隙率

C/S	W/C	70値 (%)	曲げ強度 (kg/cm ²)	圧縮強度 (kg/cm ²)	空隙率 (Vol%)						
						1日	3日	7日	1日	3日	7日
1/2	44.2	170	52.5	86.6	108	282	375	493	25.8	24.6	23.8
1/3	62.5	170	52.8	58.5	69.0	187	251	300	30.9	29.7	28.5

3. 実験結果および考察

(1) イオウ含浸モルタルの力学の性質

基材空隙に対するイオウの充填率と強度および圧縮強度比の関係は図-2、図-3に示す通りである。この図から、イオウ含浸モルタルの強度向上は基材モルタルの強度に依存している。すなわち、基材の強度の高いものはイオウ含浸後の強度はより向上する。また、イオウ充填率の低いものほど優れた強度を示す理由としては、図-1より、強度の高いものでも残留空隙率は強度の低いものと同程度に存在すること

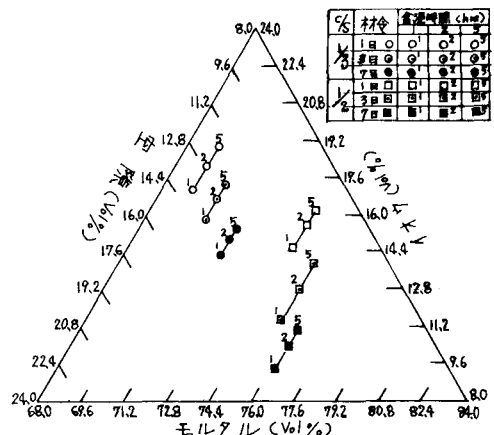


図-1 イオウ含浸モルタルの体積分率

から、基材強度の高いものほど、イオウの含浸不可能な微細空隙が数多く存在するものと考えられ、相対的に養生材令の長い基材ほどイオウ含浸率も少なく高強度を得ることが出来る。しかし、図-3より、イオウ充填率の高いものほど比強度が高いことから、材令の短い基材ほどイオウ含浸効率率は優れていると思われる。すなわち、基材の配合、養生材令などにより、空隙の量、径、形は多種多様であるため、 $\gamma = 1/2$ 、材令7日の基材に限定した場合には、イオウ含浸率と圧縮強度の間には図-4に示すような相関関係が存在する。また、図-5に示す応力-ひずみ曲線から、イオウ含浸モルタルの割線弾性係数 (E_g) およびポアソン比 (μ_g) は普通モルタルに比較して約1.6倍および約1.6倍である。

(2) イオウ含浸モルタルの熱的性質

耐熱性試験結果は図-6に示す通りで、加熱期間に比例してイオウ含浸モルタルの強度は低下する傾向にあり、 300°C 加熱の場合には、約28日普通モルタルと同程度の強度となる。この原因は、固体イオウが熱と空気中の酸素との影響を受け二酸化イオウとなり、外部に放出されたため、もとの基材に転位したと考えられる。また、外観は、表面が茶色に変色した程度で、亀裂などは認められなかった。

耐水および耐熱水性試験結果は図-7、図-8、に示す通りで、イオウ含浸モルタルは 20°C 水中の場合には重量および強度変化は認められず耐水性および防水性に優れた材料といえる。しかし、沸騰水中の場合には、浸漬20日近くで、表面に亀裂を発生し、普通モルタルより強度は低下した。この原因は、イオウが熱水の作用により、亜硫酸に変化したため、内部膨張を引起し、亀裂を誘発したと考えられる。

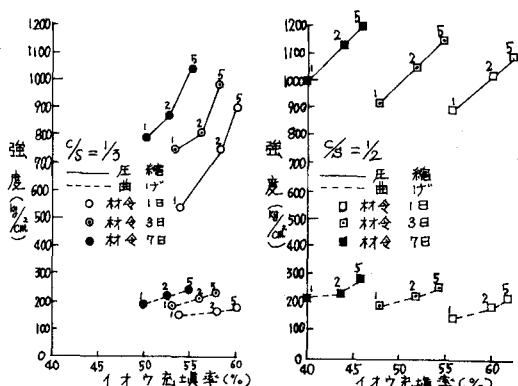


図-2 基材空隙に対するイオウ充填率と強度の関係

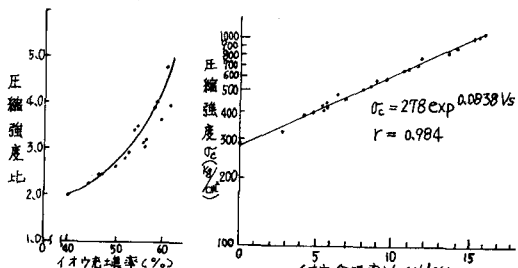


図-3 イオウ充填率と圧縮強度比の関係

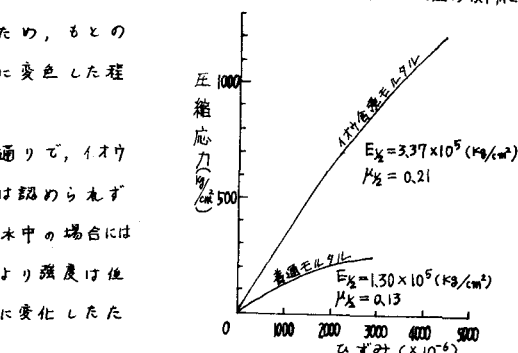


図-4 イオウ含浸率と圧縮強度の関係

図-5 イオウ含浸モルタルの応力-ひずみ曲線

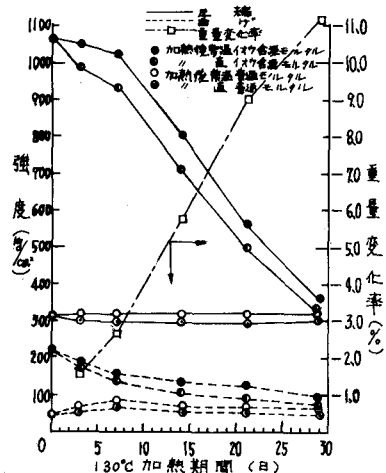


図-6 70日加熱期間と強度および重量変化率の関係

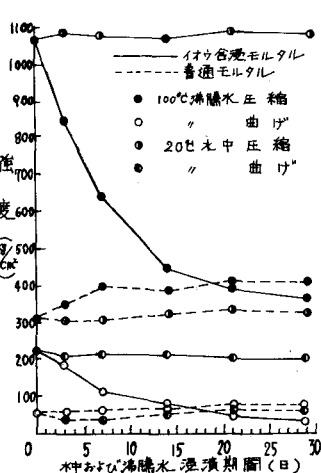


図-7 浸漬期間と強度の関係

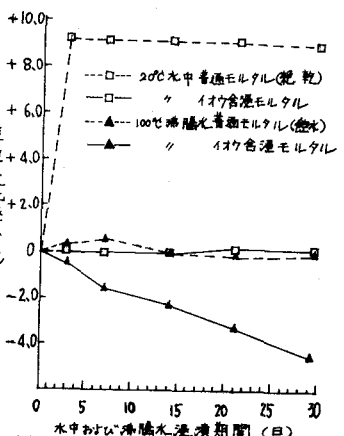


図-8 浸漬期間と重量変化率の関係