

VI-190 ウレタン系硬化剤を用いたグラウト材の研究(その1)

—— ウレタン系硬化剤とセメントの混合系の物性 ——

関東大林組技術研究所 正会員 川地 武

正会員 久保 博

正会員 ○坂下智子

1. まえがき

ポリウレタン樹脂は、建設分野でも多用されている材料で、イソシアナート重合反応またはイソシアナートとポリオールとの重付加反応で合成される。ウレタン系硬化剤は、上記の重合反応を利用している¹⁾。

ここでは、ウレタン系硬化剤の発泡作用を利用して、透水性に富み、かつ所定の固化強度を満足する注入材料を開発することを目的とした。ウレタン系硬化剤のみでは、強度が過大で、材料費が高い。その対策ならびに無機材料の混合による耐久性向上を意図して、ウレタン系硬化剤にセメントを添加することを検討し、「ウレタン系硬化剤-セメント」混合系の硬化過程と物性について調査した。

2. 供試材料と実験方法

2.1 供試材料 ウレタン系硬化剤は、主剤と助剤からなる。主剤の主成分は、MDI系イソシアナートとポリオールを反応させたイソシアナートプレポリマーである。助剤は、触媒および促進剤をアルコール系溶剤に希釈したものである。セメントは高炉セメントB種、混合水は水道水を使用した。

2.2 実験方法 (1) 混練方法; ホバート型ミキサーで、セメントと水を30秒間混練し、これに主剤と助剤を加えてさらに30秒間混練した。なお、水は、主剤に対して20%(一定)加える水₁と、セメント添加の場合にセメント量に任意の比率で加える水₂に分けて配合した。(2) 温度・ガス測定; 試料を塩ビ円筒に約200ml 採り、膨張率、温度変化、発生ガス量を図-1の装置で測定した。(3) フロー値; 試料を3X7cmのモールドに詰め倒し、流れ出た試料の、縦・横の長さを測定した。(4) 硬化物の物性; 試料をφ5cm×h20cmの鉄製モールドに詰め、1日後、一軸圧縮強度と透水係数を測定した。

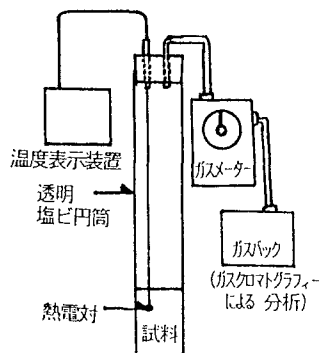


図-1 温度・ガス測定装置

3. 結果と考察

3.1 ウレタン系硬化剤-水の反応 ウレタン系硬化剤と水の標準的な配合におけるガス発生量を図-2の●に示す。反応の様子は次のようであった。①約2分後に細かい泡が発生。②約4分後に激しく発泡し、6～8分後に最大膨張率に到達。③最大膨張率に達した直後に、内部のガスの一部が抜け、沈下して安定。④約15分後に表面が固化。ガス発生は表面の気孔から続き、約30分後に終了。温度は、最高に達し約70℃。

発生ガスは、ガスクロマトグラフィー分析の結果、約80%がCO₂であった。

3.2 セメントを添加した場合の性状

(1) 発生ガス量 経過時間と発生ガス量の関係を図-2に示す。発生ガス量は、セメント量の増加にともない減少した。

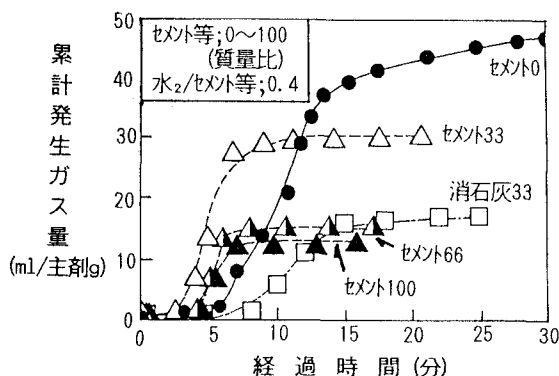


図-2 セメント添加による発生ガス量の変化

図-2～5を通して
下記は一定
(質量比)
主剤 : 100
助剤 : 5
水₁ : 20

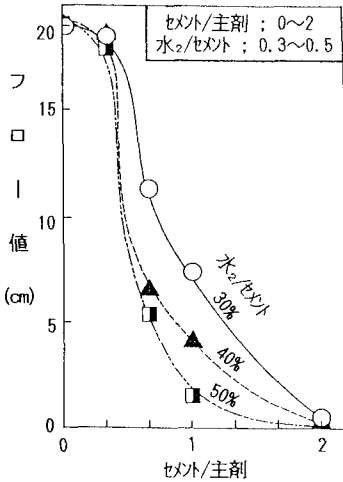


図-3 水量・セメント量によるフロー値への影響

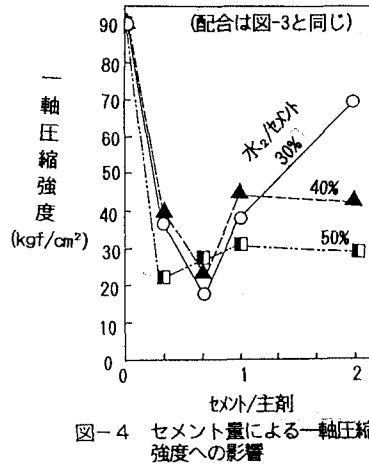


図-4 セメント量による一軸圧縮強度への影響

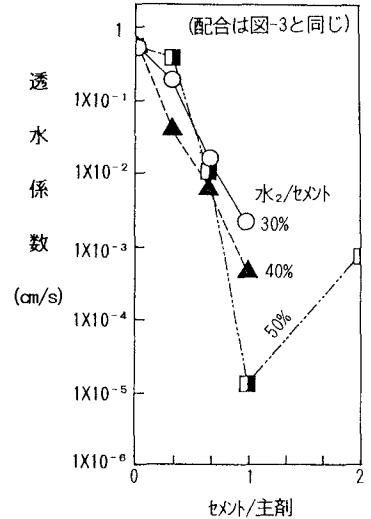


図-5 セメント量による透水係数への影響

また、ガス発生が終了する時間は、セメント無添加（●印）に比べて、セメント添加では10～20分早くなった。また、セメントのアルカリ成分の影響を調べるため、消石灰添加についても同様の実験を行った（図中□印）。セメントや消石灰によって発生ガス量が減少したことは、CO₂の一部がセメントや消石灰に吸収され CaCO₃に変化したことなどによると考えられる。

（2）フロー値 セメント／主剤とフロー値の関係を図-3に示す。実際の工事でのポンプ圧送を考慮し、グラウト材はある程度の流動性を保持していなければならない。同図から、フロー値は、セメント／主剤および水₂／セメントの増大に伴って小さくなった。

（3）固化強度と透水係数 セメント／主剤と一軸圧縮強度、透水係数の関係を図-4、図-5に示す。図-4から、セメントを添加すると一軸圧縮強度が著しく減少するが、同比 0.3～1 において10～30 kgf/cm²であった。また、図-5から、セメントの増量に伴い透水係数が低下したが、同比 0.3～0.6 において約10⁻² cm/s以上であった。

（4）赤外線吸収スペクトル分析結果 赤外線吸収スペクトル分析結果を図-6に示す。-N=C=O(2200 cm⁻¹伸縮振動)、C-N(1100 cm⁻¹伸縮振動)などは、硬化前の主剤(1)のみに、N-H(1660 cm⁻¹、1500 cm⁻¹変角振動)などは、硬化剤の固化体(2)、(3)のみに認められ、化学反応式と一致していた。そして、(2)と(3)には、ピークの違いが認められず、セメントによる硬化剤重合反応への影響はないと推察された。

4. まとめ ウレタン系硬化剤・セメント混合物は、主剤に対するセメント量を約50%とし、水量を調整することによって、硬化前に適度な流動性を保持し、硬化後に透水機能を有するグラウト材として有望であると考えられる。

謝辞 本研究に試料提供ならびに貴重な御助言を頂いた、東海ゴム工業（株）木村弘之氏らに感謝致します。

〔参考文献〕1) 岩田敬治編：リウレタン樹脂ハンドブック、日刊工業、(1987)

- (1)のみのピーク (2)(3)のみのピーク
A: -N=C=O 伸縮 C: N-H 変角
E: 面内骨格 F: N-H 変角
I: C=O 伸縮 J: C-N 伸縮
K: C-N 伸縮

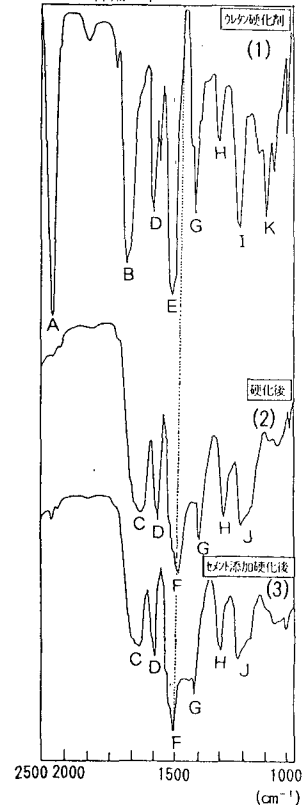


図-6 赤外線吸収スペクトル分析結果