

大阪市立大学工学部 正会員 山田 優
大阪市立大学工学部 正会員 眞嶋 光保
大阪市立大学(名誉教授) 正会員○三瀬 貞
成幸工業株式会社 正会員 國藤 祚光

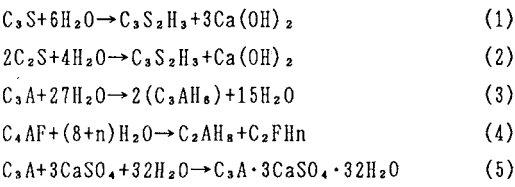
1. はじめに

ソイルセメント混合工法のリサイクルには、いろいろの場合がある。すなわち、工法で生じるセメントを含まない残土またはセメントを含んでいてもそのセメントを無視して残土として処理する場合、いまだ固まらない状態のフレッシュなセメントを含む土について考える場合、および硬化したソイルセメント混合物を考える場合がある。ここでは、フレッシュなセメントを含む土のリサイクル過程について、他の場合も含めて主として深層混合工法を対象に、リサイクル過程を化学的に考察することにする。

2. ソイルセメント混合物のリサイクル態様

ソイルセメント混合工法は、土を主体としてそれにセメントを混合したものを利用する工法であるが、例えば、表-1のような形態が考えられる。それぞれに応じてリサイクルの過程も異なってくる。ここでは、深層でかつ水でセメントを輸送する形態の一つである、いわゆるソイルセメント地下連続壁工法を例に取って考える。セメントに水が加えられる形であるから、混合と同時にセメントの水和が始まる。水和反応は、時間に大きく依存するのでリサイクルの過程も、時間によって大きく形を変える。

ポルトランドセメントの水和の段階は、極めて複雑で、いまだ十分に明らかにされていないが、化学量論的には、およそ次の方程式で示すような過程が考えられる。



これを整理すると、図-1の5段階が考えられる。

SⅠは比較的速やかに進行するCaOの溶解の過程である。

SⅡは溶解が過飽和となって抑制されるうえ、水和に伴って生じるゲルの吸着で二重に抑制される段階である。SⅢは浸透

圧によるゲル状膜の破壊等による水の浸入で、C₃Sのような短期反応型化合物が一斉に水和する段階、つまり加速の段階である。SⅣは多量に生成したゲルにより空間が埋められて、イオンの移動が思うように行かなくなる減速の段階である。SⅤはC₂SやC₄AFのような長期反応型化合物が水和していく段階である。

表-1 ソイルセメント工法の形態

深 度	浅層、深層
輸送方法	気体、泡沫、液体
状 態	粉体、泡状、泥状
圧	常圧、加圧

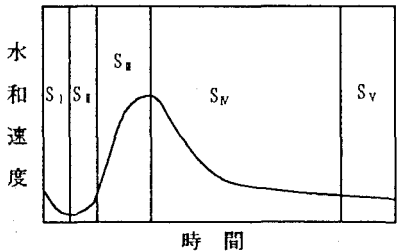
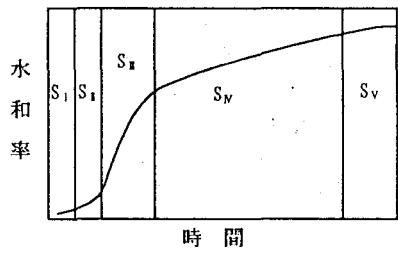


図-1 セメントの水和反応

ソイルセメント混合物のリサイクル段階は、これに対応して考えられる。SⅠ、SⅡを対象とする残土リサイクルは、汚泥の回収という形であり、離漿、圧密が主な対象となる。SⅤの段階では固結したソイルセメント塊の処分や再利用ということになり、粉碎・固結を如何に遅延させるかということが対象となるであろう。

3. ソイルセメント混合物のリサイクル過程

ある材料あるいはその混合に対して、リサイクルを可能にする潜在能力をリサイクルポテンシャルと呼ぶことにする。ただこのポテンシャルがあるということだけで直ちにリサイクル過程に上がることはならない。政治的、経済的、環境的あるいは将来の創造的技術開発等がリサイクル過程に対して重要な意味を持ってくる。リサイクルポテンシャルは、リサイクル過程の多様さに応じて、多様な内容を持つことになる。

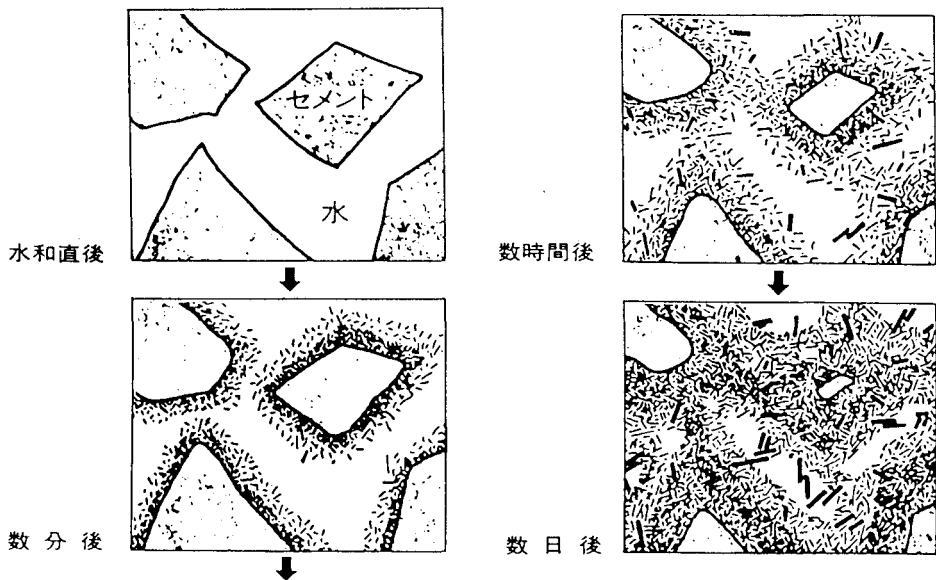


図-2 ポルトランドセメントの凝結と硬化の過程(H. F. W. Taylor, 1964)

図-2 に示されるようにセメントの水和反応が最終的に、CSHゲルの生長反応を律速段階として、適当な時間スケールTの中で評価できるものとするとして、リサイクルポテンシャルを ϕ とおいて、 ϕ が0になるときをリサイクル度Rが100%になるとして、 ϕ_i を任意の時間におけるポテンシャル、 ϕ_0 を初期の値とするとリサイクル度は、 $R = (1 - \phi_i / \phi_0) \times 100\%$ で示される。

4. おわりに

ソイルセメント混合工法のリサイクル過程は、これをセメント水和反応としてとらえると様々な過程が考えられるが、CSHゲルの生長反応を律速段階として、簡単な式で表現することができ、従ってそのリサイクル度が定量的に評価できるので、具体的に色んな方法が新しく考案されることになる。また、CSHゲルの生長反応をCritical Pathとすれば、リサイクル過程の予測に数理計画的な手法が導入されるであろう。