

吹付け材料のチキソトロピー性評価方法

広島大学工学部 正会員 田澤栄一 広島大学工学部 正会員 河合研至
中国電力(株) 川本秀夫 広島大学大学院 学生員 〇細見和広

1. はじめに

一次覆工における従来の吹付け工法、またはNTL工法のひとつであるこて塗り式覆工工法でコンクリートに要求される性質は、吹付け後またはこて塗り後の岩盤との付着がよく、しかもポンプ圧送時には適度な流動性を有することである。このようなコンクリートは、外部から振動が与えられたときには粘性が低く、外部からの振動が取り除かれた時に瞬時にして粘性が高くなることによって得られる。すなわち、チキソトロピー性を有するコンクリートがこの要求を満たすことになる。しかし、このような特性を評価する方法はこれまでに報告がなく、従来はレオロジー定数の測定結果によって評価を行ってきた。本実験では、スランプ試験のような手軽な方法によってコンクリート（あるいはモルタル）のチキソトロピー性の評価を行うことができる方法の開発を目指した。

2. 実験概要

本実験の配合は、吹付け材料として使用されている配合を考慮し、 $S/C=4$ 、 $W/C=55\%$ を標準配合とした。またモルタルにチキソトロピー性を持たせるための混和材として繊維状微粒子であるセピオライト（比重2.3、繊維長 $5\mu\text{m}$ ×繊維径 $0.1\mu\text{m}$ 、比表面積 $280\text{ m}^2/\text{g}$ ）をセメントに対して外割で5～15%添加した。セピオライトの吸水性を考慮して、セピオライトの添加量に対して重量で300～600%の水を標準配合に加えた。練混ぜは、分散性を考慮して、ダブルミキシングにより行った。

本報告で用いたチキソトロピー性評価方法の概略を図1に示す。練上がったモルタルの一定量をはかり取った後球状とし、表面の平滑な岩片に向けてその試料を鉛直に自由落下させる。（図1①）なお、ここで使用した岩片は花崗岩（吸水率0.46%）を切り出したものである。落下直後または一定時間経過した後、岩片を垂直となるまで10秒かけて引き起こす。

（図1②～③）そのときのモルタル試料の付着特性の観察ならびに付着したモルタルが滑り落ちる（図1④）までの時間（付着時間）の測定を行った。また実際の使用においては急結剤との併用が考えられるため測定する付着時間は、10分までとした。

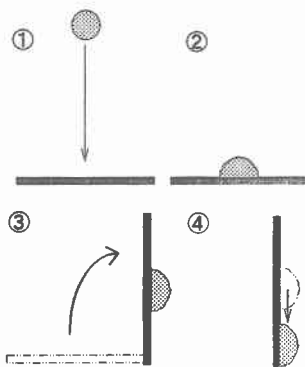


図1 評価方法概略図

3. 実験結果および考察

1. 供試モルタルの特性

岩片上に落下させたときの供試モルタルは次のように大分できる。①試験終了時まで半円状を保持している。②試料落下時に盤上で広がり岩片を引き起こしたとき試料が滑り落ちやすい。③試料落下時に試料にひび割れが生じ岩片を引き起こす時に試料の多くが落下して、中心部に円錐状の試料が残る。粘性の変化により、②及び③のモルタルは、リバウンド量が多くなり吹付け材料として不適切であると考えられる。落下時に半円状となる試料が、比較的付着性能に優れ、吹付け材料として適すると判断できる。

以上のことから、セピオライトの添加量またセピオライトに加える水量を変化させることにより、チキソトロピー性評価にあたって必要となるような粘性の異なる供試モルタルの作成が可能であることがわかった。

2. チキソトロピー性評価試験結果

(1) 待ち時間の影響

待ち時間を変化させた場合の付着時間測定結果を図2に示す。ここで待ち時間とは、試料を岩片に落下後

岩片を引き起こすまでの静置時間を指し、図1②に示される状態を保持する時間である。概して待ち時間が長いものほど付着時間が延びているが、セピオライト(SP)の添加量が15%の場合には、待ち時間が1分のときに極小を示す結果となった。待ち時間の相違による付着時間の変化は、トンネル覆工における吹付けコンクリートの遅れ破壊を判断する指標としての利用も考えられ、今回の実験の範囲では待ち時間が異なる場合に付着時間には大きな差は認められなかったものの、本評価方法においていくつかの待ち時間において測定を行うことは重要な意味を持つものと考えられる。

(2) 試料重量の影響

試料の重量を100gから400gまで変化させた試験結果を図3に示す。この図より、試料重量が付着時間に大きな影響を与えていることがわかる。試料重量の増加は、岩片との接触時における慣性が強く作用するため、その影響を受けて付着特性が変化することが考えられる。したがって、モルタルの持つチキソトロピー性が付着時間に反映される範囲は、試料重量の相違によって付着時間が大きく変化する範囲にあると考えられ、本評価方法に利用する試料重量としては、約150～300gが適しているのではないかとと思われる。

(3) 試料の落下高さの影響

試料の落下高さを0.5mから1.5mまでの範囲で変化させた試験結果を図4に示す。落下高さが低い場合には、セピオライトの添加量の相違によって付着時間に大きな差が見られず、岩片へのモルタルの付着が不十分なためにモルタルの性質が付着時間に反映されていないものと思われる。ただし、極端に落下高さを高くすることは、(2)における試料重量を増すことと同じ効果であり落下時にひび割れ等も生じやすくなる。このことから、図4の結果を勘案したとき、本評価方法における落下高さとしては、1m前後が最適と考えられる。

(4) 観察時間

チキソトロピー性評価の付着時間の度数分布を図5に示す。この図より0～4分の頻度は高く、この間に落下しなかった試料の大部分は10分間付着した。このことからチキソトロピー性の強弱は試験開始から約5分以内の付着時間に現れると見なされる。

4. まとめ

本研究では、次のような結論が得られた。

- (1) 吹付けコンクリート(モルタル)のチキソトロピー性を評価する手法として、本研究で用いた評価方法は有効であることがわかった。
- (2) 本研究で用いた評価方法を確立していくためには、再現性を含めた様々な要因の詳細な検討が必要になる。

謝辞

本研究の一部は財団法人中国電力研究財団試験研究助成金により行ものであるここに記して感謝の意を表します。

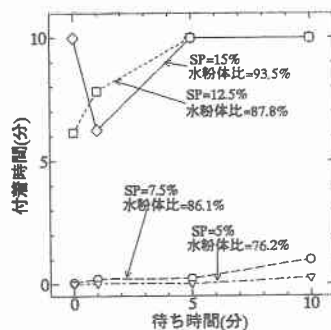


図2 待ち時間の影響

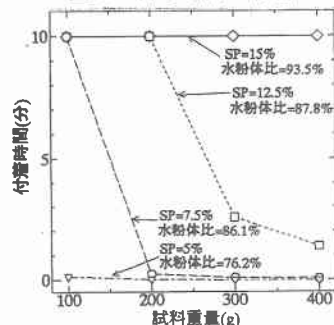


図3 試料重量の影響

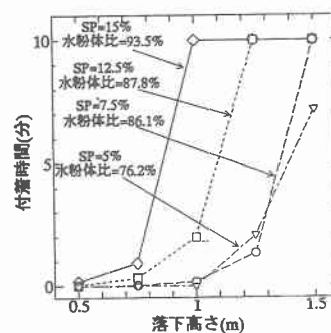


図4 落下高さの影響

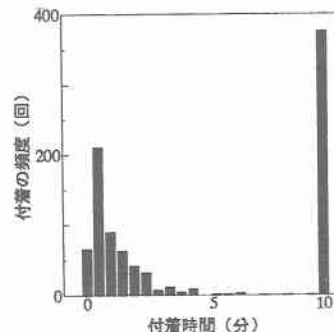


図5 付着時間の頻度