

モルタルの温度応力試験方法の検討

Examination of thermal stress test method in mortar

苫小牧工業高等専門学校環境システム工学専攻	○学生員	上田大輔 (Daisuke Ueda)
苫小牧工業高等専門学校環境都市工学科	正 員	渡辺暁央 (Akio Watanabe)
苫小牧工業高等専門学校環境都市工学科	正 員	土門寛幸 (Hiroyuki Domon)
苫小牧工業高等専門学校環境都市工学科	非会員	高橋正一 (Syouchi Takahashi)

1. はじめに

凍害とは、長期間にわたる凍結融解作用の繰り返しによって、コンクリートにひび割れや剥離が生じる現象である。北海道や東北などの寒冷地では、コンクリート構造物の維持管理の観点から、重要な課題となっている。

凍害発生のメカニズムは、T.C.Powers の水圧説¹⁾によって説明される。コンクリート中の空隙内部の水分が、凍結による体積膨張を吸収しうるだけの空隙がない場合、その膨張圧がセメント硬化体の組織を破壊するとしている。この膨張圧の評価は困難であり、定量的なデータは十分に得られていない。コンクリートの耐凍害性は、凍結融解試験から求めた耐久性指数で評価する方法が広く定着しているが、そこで得られた劣化の予測・評価のための指標と実環境に曝されたコンクリート部材との相関性が不明なこと、試験装置間に変動があることなどの問題点がある。

本研究では、温度コントロール可能な恒温槽を有する疲労試験機を用いて、温度応力試験を実施する。そこで得られた応力データから、凍害機構のアプローチを目指してきた。既往の研究²⁾では、細骨材の粒径によって応力の発生状況に違いがみられたが、アタッチメントの抜けが原因である可能性がある(図-1)。そこで、アタッチメント隣接部に接着剤を塗布することにより、この不具合を解消することを試みた。

2. 実験概要

2.1 モルタル供試体の作製

配合設計は水セメント比 0.5、セメント砂比 1:2 とした。なお、セメントは普通ポルトランドセメント、細骨材は 5mm ふるいを通過するものを使用した。打設後は乾燥を防ぐためにフィルムを静置し、24 時間後に脱型する。脱型後は 20℃の水中養生を行い、材齢 7 日で試験を実施した。

供試体は、脱型時にアタッチメント隣接部に接着剤を塗布したものを作製した。接着剤には、水中・湿潤面充てん接着用の水中ボンドを用いた。完成後の寸法は 40×40×240mm (アタッチメントを両端 20mm 含む)の角柱供試体である。

2.2 温度応力試験

20℃で水中養生した供試体は乾燥を防ぐため、濡れタオル、ラップを巻きつける。その後、供試体を多機能寒冷地材料物性試験装置に両端固定して装着する。恒温

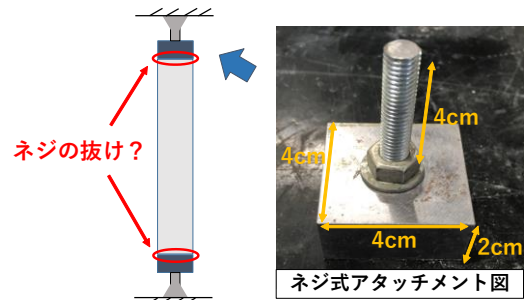


図-1 装置内図およびネジ式アタッチメント



写真-1 装置内の様子

槽で 1 時間養生後、試験を実施する。試験条件は、初期温度を 20℃、最終温度を -30℃、温度勾配を -10℃/h とした。このときの供試体に発生する温度応力、供試体の表面温度および、LVDT による供試体の長さ変化について測定する。

LVDT は、アタッチメントを含む供試体全体の長さ変化を計測する装置(写真-1)であり、電圧で計測される。

3. 実験結果および考察

3.1 アタッチメント

アタッチメントの抜けの有無について、温度応力試験より得られた LVDT の結果を図-2 および図-3 に示す。グラフの縦軸は供試体の長さ変化を示す LVDT(V)、横

軸は供試体の表面温度である。

図-2 は、アタッチメント隣接部に接着剤を塗布していない供試体であるが、試験開始(20℃)から LVDT に電圧が計測されており、長さ変化していることが確認される。特に、-10℃を境に供試体が急激に伸びる動きをしている。最終的に 5V 程度の電圧になり、長さに換算すると約 0.25mm アタッチメントが抜けていることになる。一方、図-3 の接着剤を塗布したとき、試験終了までほとんど動きがみられない。このことから、接着剤は、アタッチメントのネジ抜けを抑制しているといえる。

3.2 温度応力

温度応力試験より得られた結果を図-4 および図-5 に示す。グラフの縦軸は温度応力により発生する引張応力、横軸は供試体の表面温度である。

図-4 の接着剤を塗布しないとき、温度低下による応力は、ほぼ直線的に増加しており、-20℃付近をピークとしてその後減少した。図-2 とあわせて比較すると、アタッチメントの抜けが増大した-10℃付近を境に応力の増加割合が緩やかとなっており、アタッチメントの抜けと応力変化が連動していることがわかる。一方、図-5 の接着剤を塗布したものは、試験終了まで応力が直線的に増加した。

既往の研究²⁾では、直接引張試験を実施して、ネジ式アタッチメントの荷重伝達性能について検討した。その結果、引張荷重に大きな相違はなく、荷重伝達に問題はないとしていた。しかし、本研究から極微量の抜けが応力の発生状況に影響を及ぼすことがわかった。また、細骨材の粒径が 1.2mm 以下のモルタル供試体は、接着剤なしでもアタッチメントの抜けが起きなかった。砂の粒径がアタッチメントの抜けに関係しているといえる。

4. まとめ

本研究は、供試体のネジ式アタッチメントの抜けが、温度応力試験に及ぼす影響について検討することを目的とした。得られた結果は以下の通りである。

- (1) 試験実施中に、最大 5V の供試体の伸びを計測した。これはアタッチメントがモルタルの温度収縮に耐えられず、アタッチメントの抜けが起こっていると考えられる。
- (2) アタッチメントの抜けと連動して、温度低下による応力が減少した。
- (3) モルタルとアタッチメントの隣接部に接着剤を塗布すると、アタッチメントの抜けが緩和され、応力が直線的に増大した。

参考文献

- 1) 長谷川寿夫・藤原忠司：コンクリート構造物の耐久性シリーズ 凍害、技報堂出版、1988
- 2) 土門寛幸・渡辺暁央・高橋正一：粒径の異なる細骨材を使用したモルタルの温度応力に関する検討、第 73 回年次学術講演会講演概要集、V-589、pp.1177-1178、2018.8

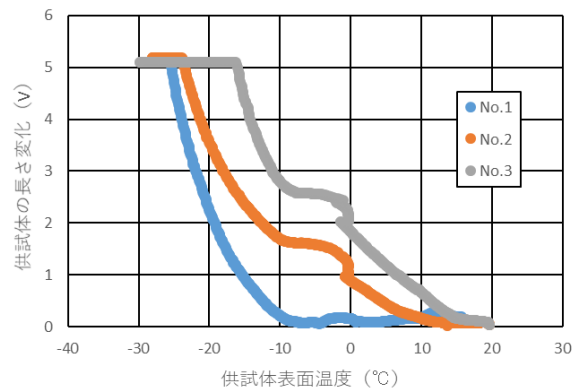


図-2 長さ変化の様子(接着剤なし)

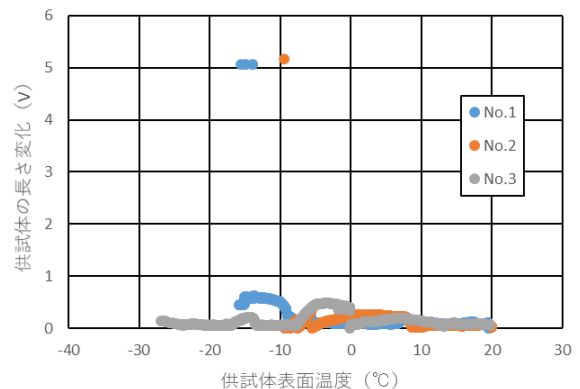


図-3 長さ変化の様子(接着剤あり)

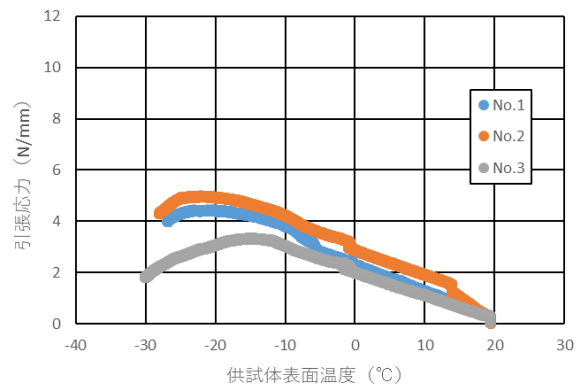


図-4 温度応力試験結果(接着剤なし)

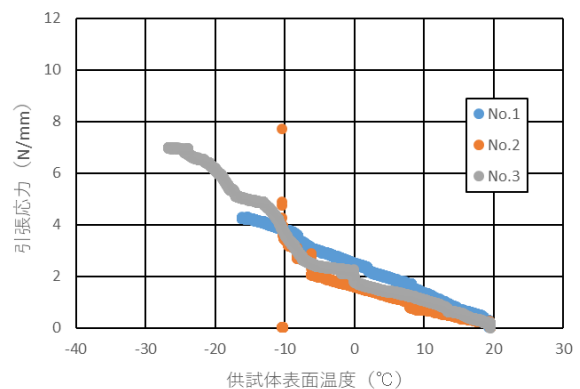


図-5 温度応力試験結果(接着剤あり)