

コンクリート表面温度におよぼす耐火材の含水率とひび割れの影響

太平洋セメント(株)中央研究所	正会員	○中村 秀三
太平洋セメント(株)中央研究所	正会員	小幡 浩之
太平洋セメント(株)中央研究所	正会員	山本 盛男
太平洋セメント(株)中央研究所		谷辺 徹
太平洋マテリアル(株)開発研究所	正会員	西牟田幸治

1. はじめに

最近の海外における火災事例などから、トンネルの覆工コンクリートが火災熱によって大きな損傷を受けることが報告されている¹⁾。火災時に覆工コンクリートを保護する方法は、耐火被覆材の設置が最も一般的な方法であり、施工方法によってパネル方式と吹付け方式がある。本研究では、これらのうち吹付け方式によって施工される湿式耐火被覆材（以下、耐火材）を対象とする。耐火材は乾燥条件によって含水率が変動することや、乾燥収縮や作用荷重等によるひび割れの発生が耐火性に与える影響が懸念される。本研究では耐火設計の基礎資料を得ることを目的に、耐火材の含水率を変化させた場合、耐火材のひび割れを模擬して仮想ひび割れを設けた供試体の加熱試験を行い、含水率とひび割れが耐火性におよぼす影響を評価した。

2. 試驗概要

(1) **耐火材の含水率を変化させた供試体ブロック：** 耐火材の含水率を変化させた供試体ブロックは、コンクリートブロックに被覆厚さが 30, 50 および 70mm の耐火材を設置させたものとした(図 - 1)．それぞれの被覆材厚みの供試体ブロックは、耐火材の含水率が 5wt%および 15 wt%の 2 水準とした．熱電対は、図 - 1 に示す位置に設置した．耐火材の含水率は鋼製トレーに所定の厚みに成形した模擬供試体を、コンクリートの含水率は 3 面をアルミテープによりシールした 150×150×100mm の模擬供試体を供試体ブロックと同一の乾燥条件下に置き、耐火試験時に 105℃ 乾燥を行うことによって求めた．

(2) **耐火材に仮想ひび割れを設けた供試体ブロック：** 耐火材に仮想ひび割れを設けた供試体ブロックは、耐火材の厚みを 30mm として仮想ひび割れ幅を 1, 3 および 5mm の 3 水準とした。仮想ひび割れは、耐火材成形時に仮想ひび割れ幅と同じ厚さの塩化ビニル板を型枠に設置し、硬化してから取外すことによって設けた。耐火材の目標含水率を 5wt% として乾燥を行った。熱電対は、図 - 1 に示す位置に設置した。

(3) **耐火材およびコンクリート** コンクリートは水粉体比 35%、耐火材はセメント、人工軽量骨材を主材料とするプレミックス材料を使用した。詳細については、報告²⁾を参照されたい。

(4) **加熱試験：**試験は加熱面以外をセラミックスブランケットで被覆し，水平耐火炉によって加熱を行なった．加熱曲線は、RABT 加熱曲線とした(図 - 2)．詳細については，報告²⁾を参照されたい．

3. 試験結果および考察

(1) **耐火材の含水率の影響：** 耐火材の含水率を変化させた供試体の加熱試験で得られたコンクリート部の温

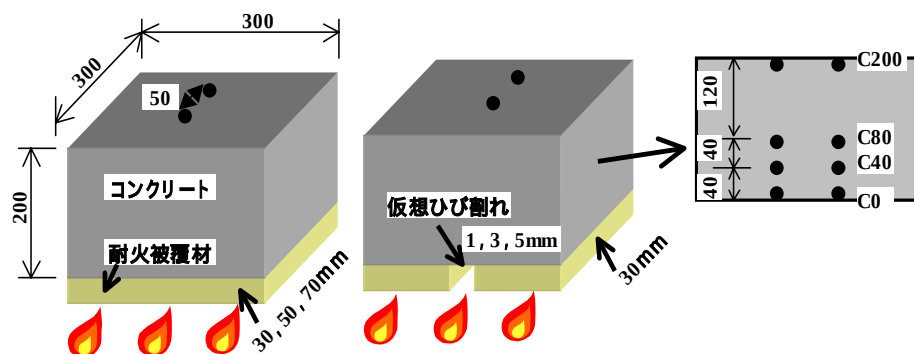


図 - 1 供試体ブロック

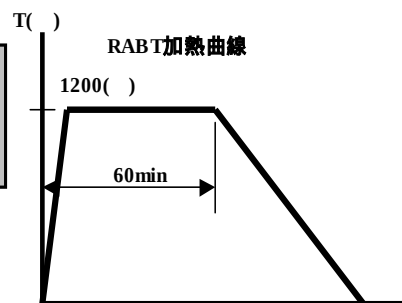


圖 - 2 加熱曲線

キ - ワード：耐火被覆材、含水率、ひび割れ、RABT 加熱曲線、覆工コンクリート、トンネル

〒285-8655 千葉県佐倉市大作 2-4-2 TEL 043-498-3904 FAX 043-498-3821

度のうち、コンクリート表面温度の経時変化を図 - 3 に示す。図にはコンクリート表面温度の最高値と最高値に到る加熱時間合わせて示した。コンクリート温度の経時変化はいずれの場合でも 100 付近で温度が停滞したが、その傾向は含水率、被覆厚みが大きくなるほど長くなった。また、コンクリートの最高温度ならびに最高温度に到る加熱時間は、含水率が大きくなるほど増加した。

次に含水率がおよぼすコンクリート表面温度の影響を評価するために、被覆厚み毎の耐火材の含水率とコンクリート表面温度の最高値との関係を求めた(図 - 5)。含水率が与えるコンクリート表面温度の変化割合は、被覆厚み 30mm で 1 /wt%、50mm で 3 /wt%、70mm で 0 /wt%程度となった。被覆厚み 30mm と 50mm の差異は、含水率が同一でも被覆厚みが厚いほど耐火材内の含水量が増加するために生じたと考えられる。一方、被覆厚み 70mm では、試験で与えた加熱により耐火材内に存在するすべての水分を蒸発しえなかったことに加えて、含水率の大きいことで耐火材の熱伝導率が増大したために、温度の差異が認められなかったと考えられる。さらに継続して加熱を行なえば明確な差異が確認されると考えられる。

(2) ひび割れ幅の影響：耐火材部に仮想ひび割れを設けた供試体の加熱試験で得られたコンクリート部の温度のうち、コンクリート表面温度の経時変化を図 - 4 に示す。仮想ひび割れ 5mm 供試体は、加熱初期段階から温度が上昇し最高温度も高い結果となった。1、3mm の供試体では、100 付近まで同様に温度が上昇したが、その後、仮想ひび割れ幅が大きくなるほど温度が高くなった。

耐火試験で得られた仮想ひび割れ幅とコンクリート表面温度の最高値の関係を図 - 6 に示す。仮想ひび割れ幅とコンクリート表面温度の最高値の関係は、仮想ひび割れ幅が 3mm までは 10 /mm 程度で緩やかに増加したが 3mm 以上では 60 /mm 程度に急激に増加する傾向を示した。試験結果から、ひび割れ幅が 3mm 以下では、コンクリート表面温度におよぼすひび割れの影響が小さいことが明らかになった。

4.まとめ：RABT 加熱曲線による加熱試験を行ない、耐火材の含水率、ひび割れの影響について検討を行なった。その結果、被覆厚み 30～50mm の範囲では含水率の増加に伴いコンクリート表面温度が 1～3 /wt% の割合で低下すること、被覆厚み 70mm では含水率の差異が生じないことが明らかになった。また、耐火材のひび割れ幅が 3mm 以下の範囲では、コンクリート表面温度におよぼす影響が小さいことが明らかになった。

参考文献

- 森田武：トンネル火災におけるコンクリートの耐火性について、コンクリート工学，vol.38 NO.11，pp.61-65，2000.11
- 小幡浩之，山本盛男，谷辺徹，中村秀三：RWS，RABT 加熱曲線を用いた耐火被覆コンクリートの加熱試験，土木学会第 58 回年次学術講演概要集第 5 部，投稿中，2003

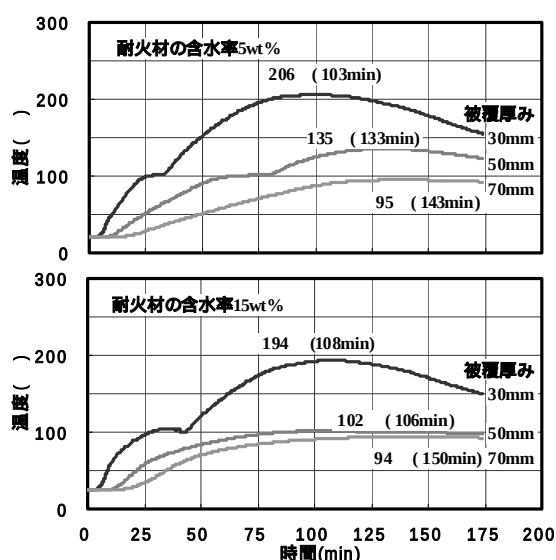


図 - 3 含水率が表面温度に与える影響

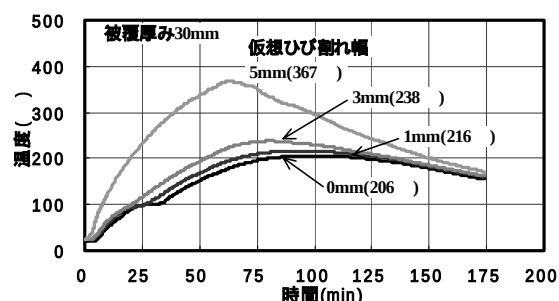


図 - 4 ひび割れが表面温度に与える影響

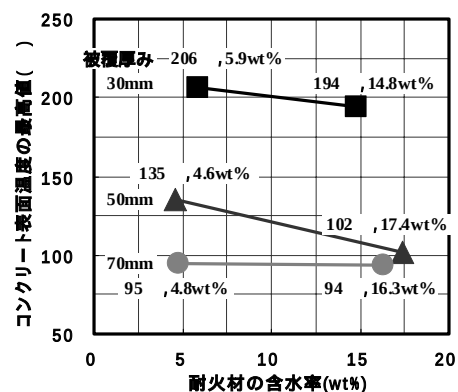


図 - 5 含水率と最高温度の関係

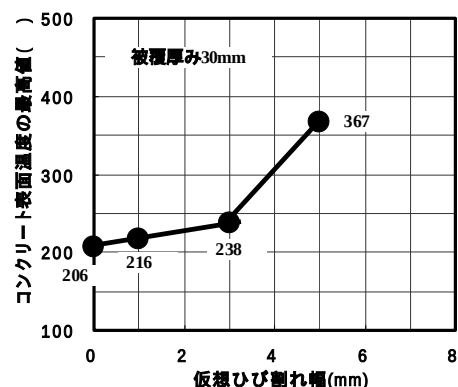


図 - 6 仮想ひび割れ幅と温度の関係