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

太平洋セメント(株)中央研究所 正会員 小幡浩之 正会員 山本盛男 谷辺徹 正会員 中村秀三 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

規制緩和および建設コスト縮減の観点から,トンネル覆工コンクリートの火害対策が検討されている¹⁾.欧 州諸外国では、トンネル内の車両火災を想定した火災曲線(以下,RWS、RABT加熱曲線)を設定し、耐火試験 を行い覆エコンクリートの耐火性を照査する方法が確立されている²⁰. RWS, RABT 加熱曲線は, 建築構造物 に用いられる ISO 加熱曲線よりも高温かつ急昇温という特徴を有するが , これらを用いた耐火試験の報告は 非常に少ない.本研究では,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を行い,コンク リート温度におよぼす加熱曲線の影響について検討を行った.

2. 試験概要

(1) 供試体ブロック:加熱試験に供する供試体ブロッ クは加熱曲線毎に、コンクリートブロックに被覆厚さ が 10 あるいは 20,30,50 および 70mm の耐火材を設 置させたものとした(図 - 1). 熱電対は,図 - 1 に示す 位置に設置した.使用した熱電対は,測定端より 500mm を熱収縮チューブにより被覆した JIS 0.75 級 0.65mmのガラス被覆 K 型熱電対とした.

(2) コンクリートの仕様: 供試体ブロックに使用した コンクリートの配合を表 - 1 に示す. 空気量 2%, スラ ンプを 8cm とした.養生方法は,打設3日で脱型し屋 内において気中養生とした.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 記号 W:水,C:普通ポルトランドセメント,Sg:高炉スラグ, 条件下に置き,耐火試験時に 105 乾燥を行うことに



図 - 1 供試体ブロック

表-1 コンクリートの配合

W/P	単位量(kg/m ³)					
(%)	W	С	Sg	S	G	SP(%)
35	135	193	193	893	1044	1.20

S:陸砂,G:砂岩砕石,SP:高性能AE 減水剤

よって求めた.耐火試験時のコンクリートの強度は,55.4N/mm²であった.

(3) 耐火被覆材の仕様: 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であり,所定の 水量を加えパン型ミキサで練混ぜた.耐火材の成形は,所定の厚みにポンプ圧送、吹付けによって行った.成 形3日後から気中養生とし,耐火材の含水率5wt%を目標に乾燥を行った.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.

(4) 加熱試験: 供試体ブロックの加熱試験は,加熱面以外の熱の逸散を防ぐために供試体の側面、上面を厚



キ-ワード:耐火被覆材、RWS 加熱曲線、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

した.加熱試験に使用した耐火炉は,有効加熱面積 950mm × 950mmの小型の水平耐火炉を使用した.加熱曲線³⁾は、加熱時間 を 60 分とした RABT 加熱曲線(以下, RABT60)、加熱時間を 90 分 とした RABT 加熱曲線(以下, RABT90)、RWS 加熱曲線とした(図 - 2)の 3 水準とした.

3.試験結果および考察

(1) コンクリート温度の経時変化: 耐火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-3 に示す.図には合わせて加熱中の最高温度と最高温度に到る加熱 時間も合わせて示した.耐火試験時の含水率は,1.9~2.4wt%(コ ンクリート)、4.5~6.8wt%(耐火材)であった.

同一の被覆厚みでのコンクリート表面温度は,RWS 加熱曲線を 用いた場合が最も高温となった.加熱温度が高いことに加えて, 加熱時間が長いためである.

(2) 被覆厚みとコンクリート温度の関係: 耐火試験で得られた 耐火材の被覆厚みとコンクリート温度の最高値の関係を図 - 4 示 す.図中の被覆厚みは,加熱試験前の耐火材に貫入針によって測 定した実測の被覆厚みである.試験で得られた加熱試験結果を累 乗の関数で近似曲線を求め,被覆厚みとコンクリート温度の関係 を求めた.

TNO による耐火設計²⁾では、火災温度作用による劣化を考慮した各部 の使用限界温度を設定し、各部の温度が使用限界温度以下であることを 確認する手法がとられている.一般的にコンクリートおよび鋼材の使用 限界温度³⁾は,250~380 (コンクリート)、250~350 (鋼材)程度と考え られている.試験で得られた近似曲線からコンクリート表面位置での使 用限界温度に対応する被覆厚みを求めると,10~19mm(RABT60加熱曲 線)、16~27mm(RABT90 加熱曲線)、21~31mm(RWS 加熱曲線)となった. また,鉄筋位置を想定し鋼材の使用限界から40,80mm 位置で被覆厚み を求めると 6~10mm(RABT60 加熱曲線)、9~15mm(RABT90 加熱曲線)、 13~18mm (RWS 加熱曲線)となった.本ケースでの耐火材の必要被覆厚 みは、いずれの加熱曲線でもコンクリート表面位置の温度によって決定 される結果となった.ただし,耐火材の必要被覆厚みは,コンクリート の爆裂の有無、熱物性値によっても異なる可能性があると考えられる. **4.まとめ:** RABT、RWS 加熱曲線を用いた耐火被覆コンクリート の加熱試験を行った その結果 加熱曲線毎のコンクリート温度は RWS 加熱曲線を用いた場合が最も高温となった。使用限界温度に対する耐火 材の被覆厚みは,10~19mm(RABT60加熱曲線)、16~27mm(RABT90加 熱曲線)、21~31mm(RWS 加熱曲線)となった.

参考文献

- 1) 半野久光,川田成彦:大断面シールド工法による都市内長大トンネルの施工 -首都高速中央環状新宿線 - ,コンクリート工学,vol.41 NO.1,pp.38-42,2003.1
- Netherlands Organization for Applied Scientific Research, Building and Construction Research Center of Fire Research: FIRE PROTECTION FOR TUNNELS, pp1-14, 1999.3
- 3) 日本コンクリート工学協会:コンクリート構造物の火災安全性研究委員会報告書,2002.6



図-3 コンクリート温度の経時変化



図 - 4 被覆厚みと最高温度の関係