

PC スラブの RABT 火災曲線による耐火試験

太平洋セメント株式会社 正会員 ○松井 淳
 正会員 中村 秀三
 ドーピー建設工業株式会社 正会員 濱田 譲
 正会員 田村 聖

1. 目的

ヨーロッパで近年頻発しているトンネル火災は、急激な温度上昇と高い最高温度という特徴を有する。このためトンネル火災を想定した火災温度－時間曲線は、建築で標準的に使用される IS0834 に対し、より過激な RABT 曲線や RWS 曲線が用いられる。これらの火災温度－時間曲線は、最近定められたものであり、耐火試験事例が少ない。そこで、RABT 曲線を用いた PC スラブの耐火試験を実施した。なお、耐火工を設けず加熱すると爆裂することが既往の研究より明らかであるので、供試体にはコンクリート表面温度を RC の場合の一般的に許容限界温度と考えられている 350℃に制御できるよう湿式吹付けの耐火工を設けた。

2. 試験の概要

2.1 PC スラブ供試体の概要

供試体の概要を図-1 に示す。

1) 寸法：幅 500mm×高 300mm×長 2000mm とした。

2) PC 鋼より線：φ15.2mm の PC 鋼より線を芯位置で上面ならびに下面から各 50mm 位置に各

2本配置し、プレテンション方式によりコンクリート全面均等に 4.43N/mm² の圧縮応力を導入した。

3) 補助鉄筋：耐火試験中の崩壊と載荷点保護のため、D13 の鉄筋を上部と下部にそれぞれ 2本、D13 のフープ筋を下部支点和載荷点に配した。

4) ひずみ測定ゲージ：ひずみゲージを D10 x 1340mm のダミー鉄筋中央に貼り付けたものを図-1 に示す位置に埋め込んだ。200℃以上の受熱温度が想定される 24mm, 64mm 位置のゲージは 600℃対応のものを用いた。

5) 温度測定熱電対：24mm, 64mm 位置は K 熱電対を、その他の測点は T 熱電対を用いた。

6) コンクリート物性：圧縮強度 53.5N/mm²，静弾性係数 35.2kN/mm²

7) 耐火工：湿式吹付け耐火材を用い加熱面を 15mm 厚さで被覆した。

2.2 耐火試験

1) 時間－温度曲線：RABT60(常温⇒1200℃/昇温 5 分、1200℃/保持 55 分、1200℃⇒常温/降温 110 分)

2) 加熱区間：スラブ中央部 600mm 長、500mm 全幅、他の部分は、下面側面とも断熱材により保護

3) 載荷条件：3 等分点載荷。耐火試験中常に 100kN を載荷保持。

4) 測定項目と測定方法：

- 断面内温度分布－熱電対により耐火試験中の温度の経時変化を測定。
- 断面内ひずみ分布－埋設したゲージにより、耐火試験前載荷時、耐火試験中、耐火試験後再載荷時にひずみを測定。
- スラブのたわみ：変位計により耐火試験前載荷時、耐火試験中、耐火試験後再載荷時にたわみを測定。
- CL 断面コンクリート高さ方向の超音波伝播速度を耐火試験前後に測定。

3. 試験結果

3.1 耐火試験中のコンクリート断面内温度分布の経時変化

耐火試験中のコンクリート断面内温度分布の経時変化を図-2 に示す。

コンクリート下縁の温度は、加熱時間 93 分に最高温度(Tmax)約 350℃に達した。また、下部 PC 緊張材(芯位置 50mm)の最高温度は約 200℃に達した。

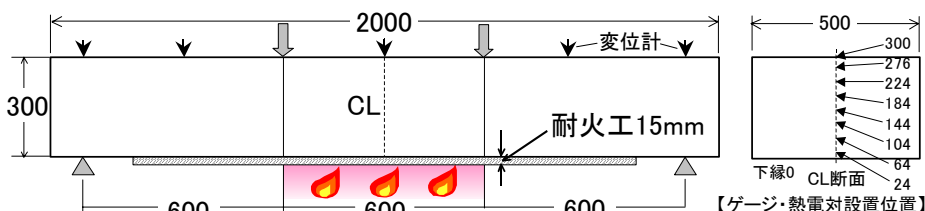


図-1 PC スラブ供試体と断面内ひずみ-温度測点概要 (単位:mm)

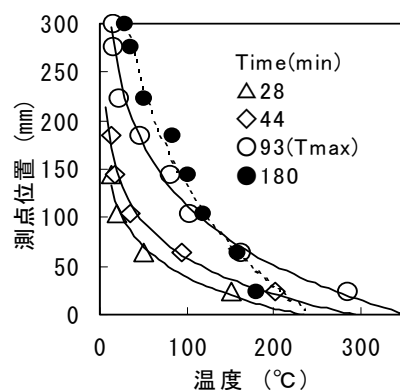
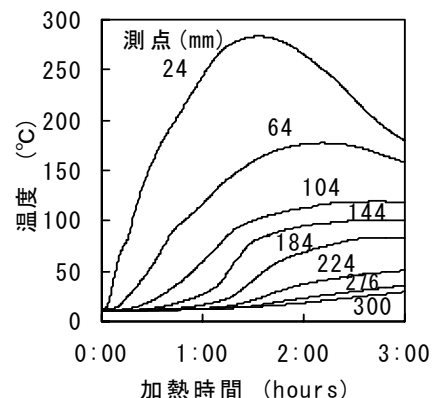


図-2 耐火試験中の断面内温度分布の経時変化

キーワード コンクリート、PC、耐火、RABT、ひずみ、たわみ

連絡先 〒285-8655 千葉県佐倉市大作 2-4-2 TEL043-498-3811 FAX043-498-3819

3.2 耐火試験中のスラブのたわみならびに断面内ひずみ分布の経時変化

耐火試験中のスラブのたわみならびに断面ひずみの経時変化を図-3に示す。たわみは、100kN 載荷後、耐火試験前の位置を0点として測定した。耐火試験中スラブは下面より加熱を受け、加熱時間の経過とともに断面内の温度差が大きくなり、凹型にたわんだ。最大たわみ量は、約2.2mm、下縁の最大ひずみは2500 μ 、上縁は-500 μ に達した。これは、100kN 載荷によるたわみ約0.2mm 上下縁ひずみ $\pm 100\mu$ 比して非常に大きかった。

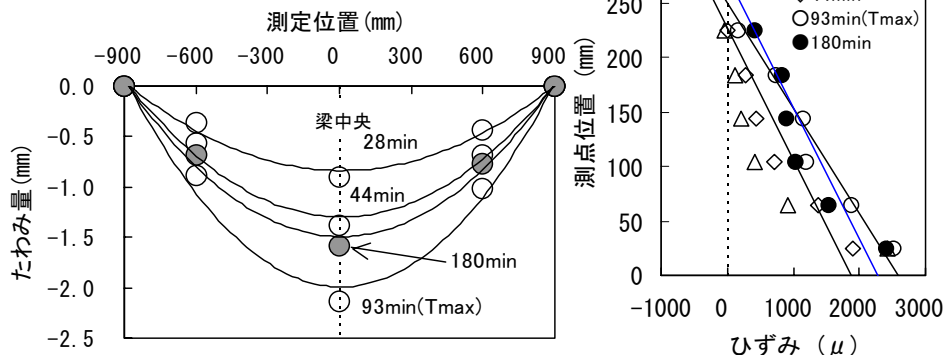


図-3 耐火試験中のスラブのたわみならびに断面ひずみの経時変化

下面温度が最高温度に達した後は、断面内の温度差が縮小することにより、たわみ・ひずみとも減少した。

3.3 耐火試験前後の断面内超音波速度の変化

図-4に耐火試験後のスラブ中央部高さ方向のコンクリート内超音波速度減少率と各部の到達最高温度を示す。

到達最高温度の分布と超音波速度減少率の分布の形状は、ほぼ一致し、到達温度が高い程、減少率が大きくなった。特に到達温度が100℃を超えると減少率の増加が著しく大きなものとなった。つまり、コンクリートの受熱温度が100℃を超えるとコンクリートの剛性が大きく低下することが示された。最高温度が100℃に到達した位置は、断面内150mm(中心)まで及んだ。

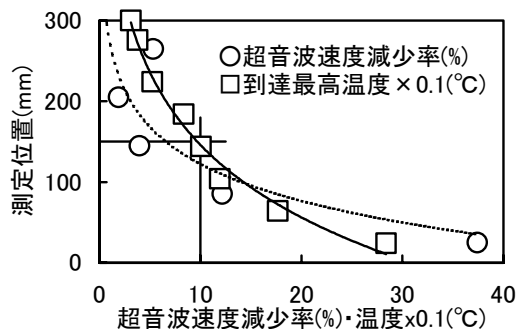


図-4 コンクリートの最高到達温度と超音波速度減少率

3.4 耐火試験前後の100kN 載荷による

スラブのたわみならびに断面内ひずみ

図-5に耐火試験後除荷し、常温に戻ったスラブのたわみを示す。耐火試験後、スラブ下部は受熱部により剛性が低下する。しかし、端部は受熱劣化していないため定着は維持され、模式図のような状態となり、スラブは凸型に反った。測定されたたわみ量は異常に大きく絶対値の妥当性は確認が必要である。

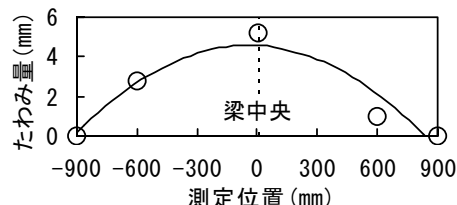
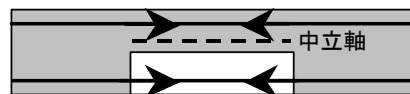


図-5 耐火試験後における常温無載荷のスラブのたわみ

図-6に耐火試験前後の100kN 載荷によるスラブのたわみならびに断面内ひずみを示す。受熱により下部コンクリートの剛性が低下したことにより、耐火試験後100kN 載荷時にたわみが試験前より大きくなり、かつ、ひずみの増大と中立軸の上昇が見られた。その増分は、たわみで約0.05mm、ひずみで上縁約+50 μ 、下縁約-150 μ であった。

4. まとめ

PC スラブを RABT 加熱曲線により 100kN の載荷持続状態で耐火試験を実施した結果、以下の事が明らかとなった。

- 1) 下面からの加熱による熱線膨張により、スラブは耐火試験中大きく凹型にたわんだ。
- 2) 100℃以上の受熱があるとコンクリートの剛性は低下した。
- 3) 受熱部のコンクリートの剛性低下により、耐火試験後のスラブにたわみの増加、中立軸の上昇が見られた。
- 4) 耐火試験後のスラブは、下部コンクリートの剛性低下により上反りに変形した。

【参考文献】

- 1) 仁杉巖他, PC 桁の耐火性の研究, 土木学会誌, 44-9(昭 34-9)

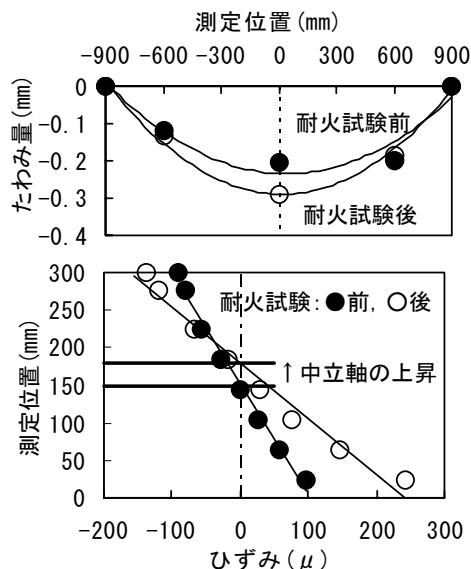


図-6 耐火試験前後の100kN 載荷によるスラブのたわみとひずみ