

V-186

高温加熱によるコンクリートはり部材の熱伝導と温度応力性状

九州大学大学院 学生員○黒田 一郎
九州大学工学部 正 員 太田 俊昭
九州大学工学部 正 員 山口 栄輝
九州大学工学部 正 員 日野 伸一

1. まえがき

都市の過密部においては、コンクリート構造物が火災による予期せぬ高温に曝される危険性がある。高温に曝されたコンクリートは強度や剛性の低下をきたし、また、温度ひずみによるダメージを被る危険性もある。本研究では、特に鋼材とコンクリートの異種材料から成るコンクリートはり部材の熱伝導および温度応力性状を把握するために、通常のRCはりとは異なり鋼板上にコンクリートを打設した合成はり（以下TSC合成はりと呼ぶ）を対象とした加熱実験とその解析を行なうものである。

2. 加熱実験

加熱実験に用いたRCはりとは異なりTSC合成はり供試体を図-1に示す。供試体は各々2体ずつ用意した。供試体内には十数ヶ所に熱電対が埋め込まれており、これにより供試体内部の温度を随時測定することができる。

実験は電熱線を利用した加熱炉を用いて行なった。実験の概要を図-2に示す。図-3に示すように、最初の5時間は14℃（室温）から200℃まで直線的に温度を上げつつコンクリート下面を加熱し、その後2時間にわたって200℃に維持したまま加熱を続けた。その間、上面の鋼板は14℃（室温）の空気に曝されており、その他の面はすべて断熱材によって覆われている。

3. 解析方法

熱伝導解析は3次元8節点6面体アイソパラメトリック要素を用いた有限要素法とクラーク・ニコルソン法により行ない、温度応力解析では3次元20節点6面体アイソパラメトリック要素を採

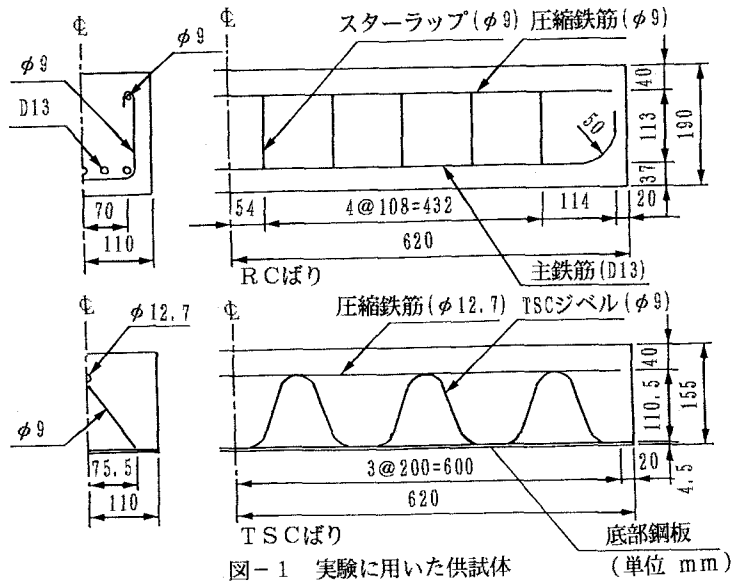


図-1 実験に用いた供試体

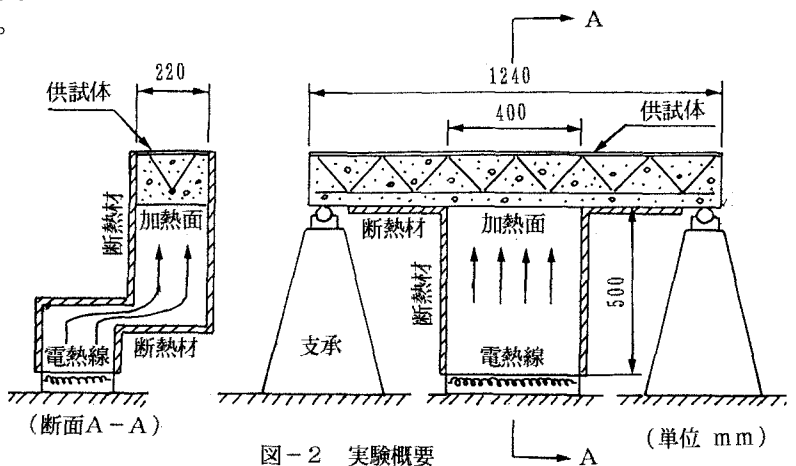


図-2 実験概要

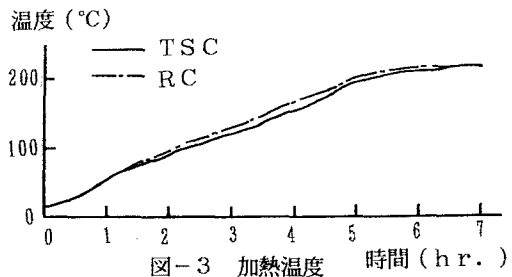


図-3 加熱温度 時間 (hr.)

表-1 解析に用いた諸定数²⁾³⁾

	熱容量 kcal/m ³ °C	熱伝達係数 kcal/m ² h°C	線膨張係数 ×10 ⁻⁶ /°C	静弾性係数 kgf/cm ²	ポアソン比
コンクリート	390.0	10.0	10.0	2.97×10 ⁵	0.192
鋼材	890.0		11.7	2.1×10 ⁶	0.3

熱伝導率（単位 kcal/mh°C）

温度(°C)	0	20	40	60	80	100	120	140
コンクリート	2.14	2.14	2.14	2.12	1.93	1.75	1.52	1.40
鋼材	64.08	62.93	61.78	60.62	59.47	58.32	57.17	56.02

用した。ここでは埋め込み鉄筋モデル¹⁾を適用しており、このため有限要素解析の際の節点数および要素数を少なくすることが可能となった。解析に用いた熱定数を表-1に示す。コンクリートの熱伝導率は別途実験を行ない求めたものを用いた。従って本解析は温度による熱伝導率の変化を考慮した非線形解析となっている。

4. 結果及び考察

図-4に、実験開始後4時間の時点でのTSC合成はりおよびRCはりの中央縦断面における温度分布を示す。破線は鋼材の配置を示す。等高線は解析値を表わし、図中の黒丸とその横の数字は供試体内の熱電対埋め込み位置とその点の温度（実験値）を表わす。実験値で括弧内の値はNo. 2供試体のものである。図より、RCはりとはりTSC合成はりの温度分布に顕著な差は認められない。また、実験値と解析値は比較的良好に一致している。

次に、実験開始後4時間の時点でのTSC合成はり中央断面におけるスパン方向ひずみ分布を図-5に、温度応力分布を図-6に示す。等高線は解析によって得られたひずみ分布と温度応力分布を表わす。解析によると、ひずみ分布は温度分布とよく似た傾向を示しており、高温部はど膨張ひずみが大きくなっているのが判る。また、温度応力ははりの上面と下面に圧縮応力が生じ、それらの中間部に引張応力が生じている。これは、はり内部の温度がはりの上下方向に均一な温度勾配で分布していないためである。また、全体的に圧縮応力に比べ引張応力の分布が広く、一見内力のバランスがとれていないように見えるが、これは、コンクリートよりも線膨張係数が大きい鉄筋が圧縮応力を受け持っているためである。コンクリート内部のひずみ、応力の測定については今後検討したい。

参考文献

- 1) 山口栄輝他；埋め込み鉄筋モデルによるコンクリート部材の熱伝導解析，平成元年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集，1990
- 2) 渡辺正紀，佐藤邦彦；溶接力学とその応用，朝倉書店，1965
- 3) U. シュナイダー；コンクリートの熱的性質，技報堂出版，1983

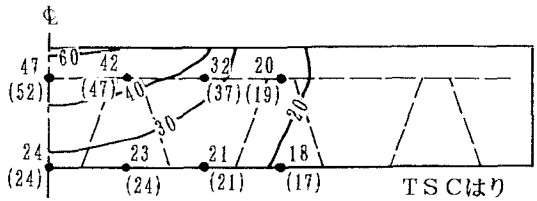


図-4 はり中央断面における温度分布

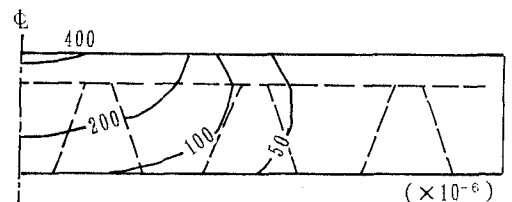
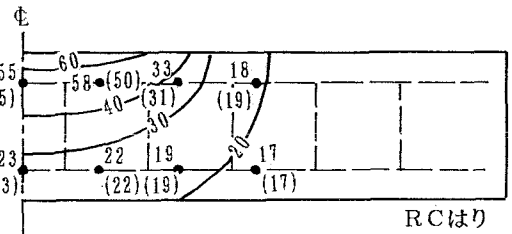


図-5 TSCはり中央断面におけるひずみ分布

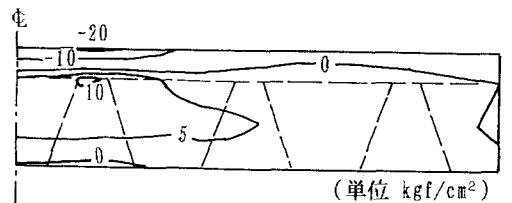


図-6 TSCはり中央断面における応力分布