

V-430

# 高温下におけるコンクリートの弾性係数とRCはりの熱伝導・温度応力特性

鉄建建設(株) 正員 長崎昭一郎 九州大学工学部 正員 太田 俊昭  
九州大学工学部 正員 日野 伸一 九州大学大学院 学生員 黒田 一郎

## 1. まえがき

コンクリート構造物の熱伝導・温度応力については、これまで数多くの研究が行われてきた。しかしながら、高温時における材料定数の温度依存性の影響を考慮した解析的な研究は極めて少ない状況にある。本研究は、高温下におけるコンクリートの静弾性係数測定実験を行ない、得られた結果をもとに高温加熱を受けるRCはりの温度応力解析を行なって、温度による弾性係数の変化がRCの温度応力特性に及ぼす影響を明らかにしたものである。

## 2. 高温下におけるコンクリートの弾性係数

高温下におけるコンクリートの弾性係数を測定するために、高温環境下での円柱供試体（材令28日の弾性係数 $3.23 \times 10^5 \text{kgf/cm}^2$ ）の圧縮試験を行なった（表-1参照）。図-1に実験の概要を示す。図に示すように、供試体は断熱材製の円筒容器の中に置かれ、電熱線により側面から加熱される。数時間にわたり加熱した後、一定温度条件下で荷重を行なった。供試体のひずみは石英ガラス棒を介して変位計により測定され、荷重とひずみの関係からおおよそ $50 \text{kgf/cm}^2$ の応力レベルにおける接線弾性係数を求めた。図-2に高温下での弾性係数残存率（常温時の弾性係数に対する残存率）と温度との関係を示す。温度が高くなるに従い弾性係数が低下しているが $100^\circ\text{C}$ 付近で顕著な低減が見られる。 $100^\circ\text{C}$ は水の沸点であり、多くの水分を含むコンクリートの弾性係数に大きな変化を来したものと考えられる。また、常温まで冷却した後の経過時間と弾性係数残存率との関係を図-3に示す。弾性係数は加熱後1日で最も小さい値を示し、その後時間の経過とともにわずかずつ回復している。

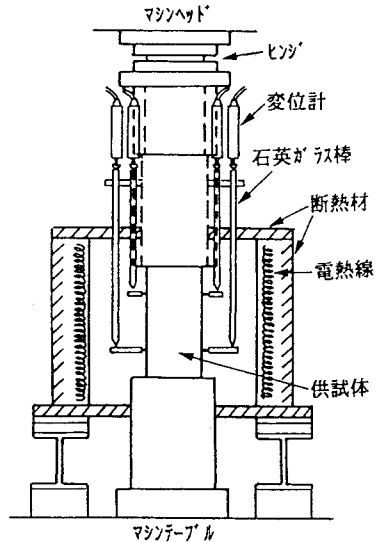


図-1 弾性係数測定実験

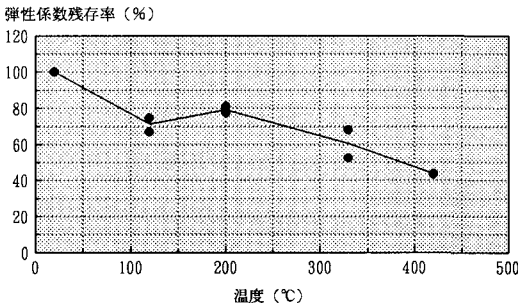


図-2 弾性係数残存率と温度との関係

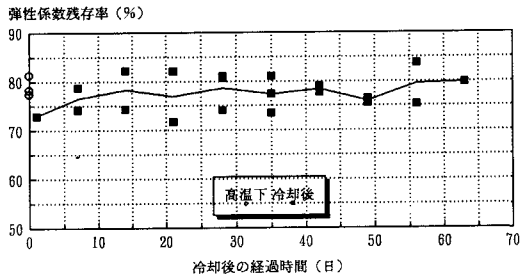


図-3 冷却後の弾性係数残存率 (200°C加熱)

表-1 コンクリートの設計基準強度および示方配合

設計基準強度 kgf/cm <sup>2</sup>	単位重量 (kg/m <sup>3</sup> )				
	セメント	水	細骨材	粗骨材	AE減水剤
300	326	163	781	1086	0.815

表-2 解析に用いた諸定数<sup>2)3)</sup>

	熱伝導率 kcal/mh°C	熱容量 kcal/m <sup>3</sup> °C	熱伝達係数 kcal/m <sup>2</sup> h°C	線膨張係数 ×10 <sup>-6</sup> /°C	弾性係数 kgf/cm <sup>2</sup>	ポアソン比
コンクリート	図-3	420	10.0	10.0	図-2	0.2
鉄筋	60-0.06T	890		11.7	2.1×10 <sup>-6</sup>	—

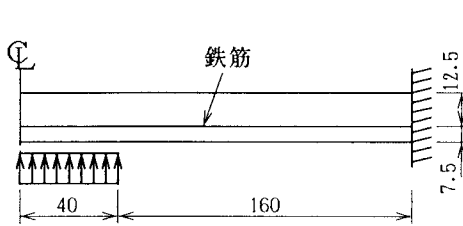


図-4 解析対象のRCはり

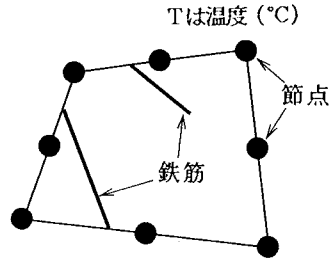


図-5 埋め込み鉄筋モデル

3. 熱伝導・温度応力解析の方法

図-4に解析対象のRCはりを示す。このはりは図-4に示す加熱面を、6時間かけて20°Cから740°Cまで直線的に温度を上げつつ加熱されるものとする。このRCはりは加熱面以外の面はすべて断熱されており両端の変位が拘束されている。熱伝導解析、温度応力解析は2次元8節点アイソパラメトリック要素を用いた有限要素法により行なった。本解析では鉄筋の影響を取り入れるために埋め込み鉄筋モデル<sup>1)</sup>(図-5)を採用している。解析に用いた諸定数を表-2に示す。コンクリートの弾性係数は前述の実験により求めたものである。

4. 結果および考察

解析によって求めたRCはりのスパン方向応力分布を図-6に示す。図-6(a)は弾性係数の温度変化を考慮した解析値であり、(b)は常温時の弾性係数を用いた解析値である。弾性係数の温度変化を考慮した解析によれば、加熱面付近の圧縮応力がかかなり低下することが認められる。このことより、高温下におけるRCはりなどのコンクリート構造物の温度応力解析を行なうに当たっては弾性係数の温度変化が無視できないことがわかる。

参考文献

- 1) 太田俊昭, 黒田一郎, 山口栄輝, 日野伸一; 外的温度負荷を受けるRCおよび合成構造部材の熱伝導および温度応力特性に関する研究、構造工学論文集, Vol.37, 1991
- 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

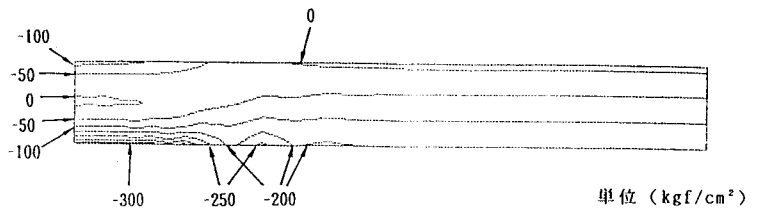


図-6(a) RCはりの応力分布(弾性係数の温度依存性を考慮しない)

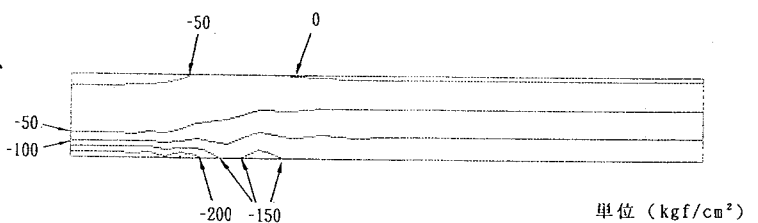


図-6(b) RCはりの応力分布(弾性係数の温度依存性を考慮する)