

FRPを用いたコンクリート部材の熱伝導、温度応力

九州大学工学部 学生員 ○升川 裕士
九州大学工学部 正 員 黒田 一郎
九州大学工学部 正 員 日野 伸一
九州大学工学部 正 員 太田 俊昭

1. まえがき

近年、CFRPのコンクリート部材への適用の関する研究が進められている。しかし、CFRPを用いたコンクリート部材の熱伝導・温度応力特性については殆ど研究がなされていないのが現状である。CFRPは鋼材とは異なる諸熱定数を持つため、これを用いたコンクリート部材は鋼材を用いた従来のRC部材に比べて熱伝導・温度応力特性が違ってくると期待される。

そこで本研究ではCFRPを用いたコンクリート部材の熱伝導・温度応力特性を、鋼材を用いた部材との比較検討により、解析的に解明しようと試みるものである。

2. 解析の概要

コンクリート部材の熱伝導・温度応力特性に及ぼすCFRPの影響を調べるために、CFRPネットで補強されたコンクリート板の熱伝導・温度応力解析を行い、STEELネットで補強されたコンクリート板の解析結果との比較検討を行った。

解析対象のコンクリート部材(コンクリート板)を図-1に示す。このコンクリート板は、CFRPネットまたはSTEELネットにより補強されている。

加熱条件は、図-1に網掛けで示す加熱範囲(20×48cm)をガスバーナーにより加熱するとし、加熱温度は常温(20℃)から620℃まで1時間かけて直線的に温度を上げていくこととする(図-2参照)。この加熱温度は火災による高温負荷に近い条件を想定したものである。

解析対象範囲は対称性を考慮しコンクリート板全体の1/4とする(図-1に示す実線部分)。境界条件は加熱範囲は熱伝達境界、それ以外の面は全て断熱とする(図-3参照)。

解析対象のコンクリート板を補強しているネットは素線間隔15.3mm、ネット素線の断面積は1.7866mm²と3.5732mm²の2種類とした。

解析に用いた諸定数を表-1に示す。ここで、コンクリートの弾性係数は温度による低減を考慮した¹⁾。

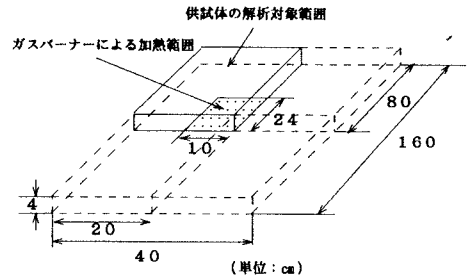


図-1 加熱対象のコンクリート板

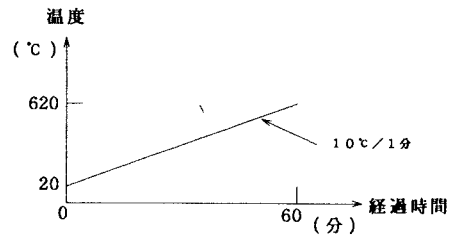


図-2 加熱温度の履歴

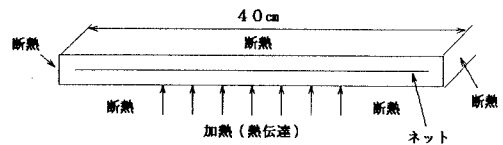


図-3 境界条件

表-1 解析に用いた諸定数

	熱伝導率 kcal/mht	熱容量 kcal/m ³ ℃	線膨張係数 x10 ⁻⁶ (/℃)	弾性係数 x10 ⁵ (kgf/cm ²)
コンクリート	2.07	420	10.0	3.27A
STEEL	60.0	890	11.7	21.0
CFRP	0.8936	297.5	-0.3	2.96
備考	A : e ^{-0.00178T*} , T* : 温度(℃)			

3. 解析結果

解析で得られた温度分布を図-4～7に、温度応力分布を図-8～11にそれぞれ示す。図-4～7に示す温度分布を見れば、補強材の種類及び量が温度分布に及ぼす影響は殆ど認められなかった。コンクリート板の最高温度は図-4～7いずれも約200℃に達した。

温度応力分布ではCFRPネット で補強されたコンクリート板 (図-11) ではSTEELネット で補強されたコンクリート板に比べて圧縮応力の分布が大きくなっている。これはSTEELの線膨張係数がコンクリートの値にほぼ近い数値であるのに対して、CFRPは温度上昇による膨張が殆ど無いためにコンクリートの膨張を拘束したためと考えられる (表-1参照)。

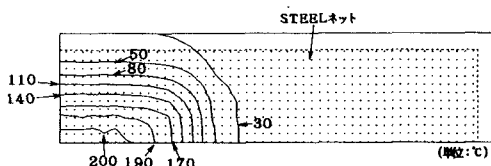


図-4 STEELネットを用いたコンクリート板の温度分布図(素線断面積:1.7866mm²)

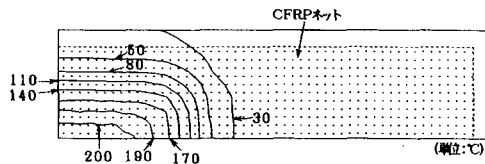


図-5 CFRPネットを用いたコンクリート板の温度分布図(素線断面積:1.7866mm²)

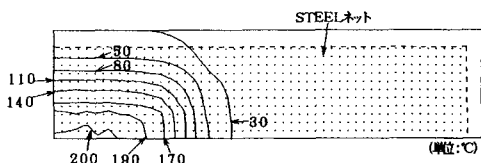


図-6 STEELネットを用いたコンクリート板の温度分布図(素線断面積:3.5732mm²)

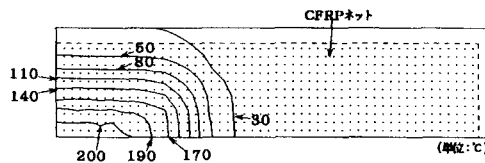


図-7 CFRPネットを用いたコンクリート板の温度分布図(素線断面積:3.5732mm²)

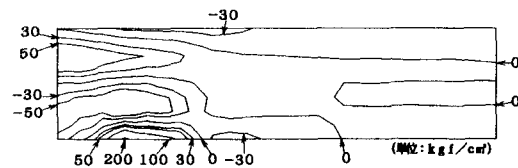


図-8 STEELネットを用いたコンクリート板の温度分布図(素線断面積:1.7866mm²)

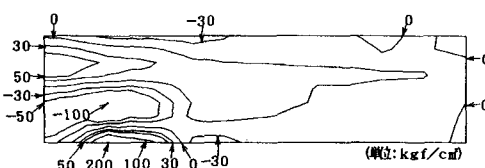


図-9 CFRPネットを用いたコンクリート板の温度分布図(素線断面積:1.7866mm²)

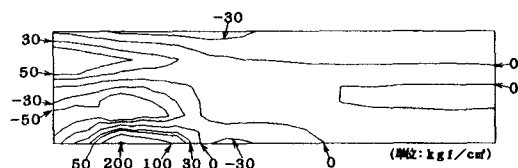


図-10 STEELネットを用いたコンクリート板の温度分布図(素線断面積:3.5732mm²)

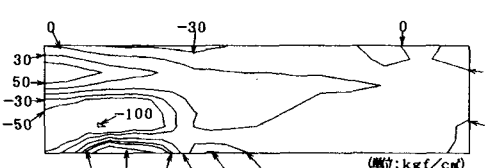


図-11 CFRPネットを用いたコンクリート板の温度分布図(素線断面積:3.5732mm²)

さらにCFRPロッドを用いたコンクリートはりの熱伝導・温度応力解析もあわせて行ったが、紙面の都合もあり、詳細は講演時に発表する。

参考文献 1)太田、黒田、日野:高温下における鉄筋コンクリートはりの熱伝導特性と温度応力特性に関する研究, コンクリート工学年次論文報告集, Vol. 13-1, 1991.