

穴を開けた金属板設置による爆裂防止効果の確認

東京都市大学 学生会員 ○千葉 俊二
東京都市大学 正会員 栗原 哲彦

1. 目的

コンクリート構造物に爆裂が発生すると崩壊の危険性があり、また補修に時間がかかる。しかし爆裂防止対策を行っていない既造のコンクリート構造物は多数存在する。そこで既造のコンクリート構造物の爆裂防止策の1つとして、コンクリート表面に金属板を設置しコンクリートの温度上昇速度を抑制する方法¹⁾があるが、この方法は、金属板を取り外さなければコンクリート表面を目視不可能なことや、金属板自体が重いという欠点がある。ここで、それらの欠点を金属板に穴を開けることで補い、無垢の金属板の耐火性能と同等程度の性能を有するかを実験的に解明する。

2. 実験概要

2.1 供試体概要

本研究では、高強度コンクリートにより、幅100×高さ100×長さ1200 (mm)のはり型供試体を作製して実験を行った。打設の際に、供試体に金属板を設置するためのナットを埋め込んだ。使用したコンクリートの示方配合を表-1に、コンクリートの圧縮強度とヤング係数を表-2に示す。また加熱時の供試体内部温度分布を測定するために、長手方向に6断面、1断面につき高さ方向に3点(限りなく供試体下面に近い位置、下面より10mm・30mmの位置)の計18点にK型熱電対を埋め込んだ(図-1参照)。

また、ボルトを用い金属板を供試体から10mm離して固定し、設置した。使用する金属板は、幅60×厚さ2.2×長さ1200 (mm)のSS400の鉄板を用い、写真-1に示すようなφ3mm、φ17mmの穴をあけたものと、無垢のものを使用する。また、使用する金属板の重さを表-2に示す。

2.2 トンネル加熱実験概要

本実験では模擬トンネルによる高温加熱システムを用いてはり型供試体への加熱実験を行った。このシステムは、耐火レンガにより模擬トンネルを組み、

トンネル天井部をコンクリートはりとする構造で、トンネル内空部で灯油を燃焼させることではり型供試体を加熱することができる²⁾。このシステムでははり型供試体下部の中央部が最高温度になるよう加熱を行う。加熱時には灯油の不完全燃焼を防ぐため、常時送風機による一定送風を行った。

また、トンネル内部に、a, b, c地点が金属板の下5mm, d, e, f地点が金属板の上5mmになるようにシース熱電対を設置し、内部の温度を測定した(図-2参照)。なお、供試体は28日間の水中養生とし、養生後ただちに加熱実験を行った。また、加熱時間は1時間とした。

表-1 示方配合

W/(C+SF) (%)	単位量 (kg/m ³)						
	W	C	SF	S	G	F(PP)	Ad
20	108	533	97.6	767	871	1.82	21.8

W:練混ぜ水 C:セメント SF:シリカフェューム
S:細骨材 G:粗骨材 Ad:高性能AE減水剤

表-2 試験結果および金属板重さ

供試体名	圧縮強度 (N/mm ²)	ヤング係数 (kN/mm ²)	金属板重さ (g)
CS-00	111	42.9	1206
CS-03	95.8	41.6	960
CS-17	104	42.1	948

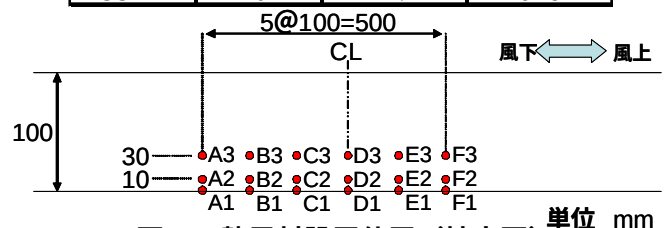


図-1 熱電対設置位置 (拡大図) 単位 mm

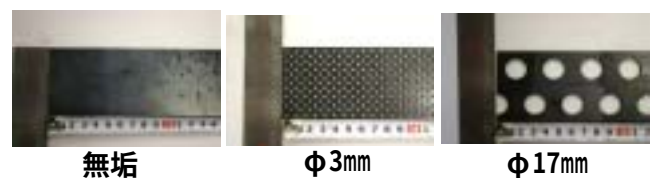


写真-1 金属板形状

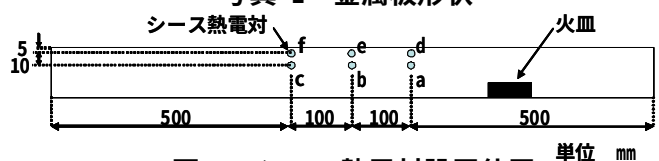


図-2 シース熱電対設置位置 単位 mm

キーワード 高温加熱, 爆裂, 金属板, 内部温度

連絡先 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 東京都市大学 工学部 都市工学科 栗原研究室 E-mail:nkuri@tcu.ac.jp

3. 実験結果および考察

トンネル内部の b 地点, e 地点の温度を図-3 に示し, 供試体長さ方向の中央地点のコンクリート内部の時間別温度分布を図-4, 図-5, 図-6 に示す. また CS-03 は, 高さ 10mm 地点の内部温度の測定に失敗したため, 他の点を点線で結び, 図を作成した.

図-3 より, b 地点 (金属板の下 5mm 地点) は加熱開始 5 分で 700°C 程度に達し, いずれの供試体においてもほぼ同様の値がとれた. また, e 地点 (金属板の上 5mm 地点) においては, 加熱開始 30 分で CS-00 と CS-03 は 250°C に対し, CS-17 は 350°C に達している. また各コンクリートの内部温度を比較する (図-3, 4, 5 参照) と, CS-17 は加熱開始 10 分で下部から 0mm の地点の温度が 150°C 以上に達しているのに対し, CS-00, CS-03 は 100°C 以下であった. また, 加熱開始 40 分となると下部から 0mm の地点は CS-03, CS-00 と CS-17 とでは 100°C 以上の温度差が生じた.

CS-00 と CS-03 は 1 時間加熱では爆裂は発生しなかった. CS-17 は加熱開始 37 分で爆裂が発生し, 1 時間加熱後, 最大爆裂深さは 40mm に達した.

また図-7 は, e 地点における加熱終了時からの温度低下率である. 図より CS-03 は他に比べ短時間で大きく温度が低下している. CS-17 は金属板に開けた穴が大きく, 炎で直接コンクリートが熱せられたため, コンクリートに蓄えられた熱の放射により温度が低下しなかったと考えられる. CS-00 はコンクリートと金属板の間に熱がこもり, これが温度低下を阻害したと考えられ, CS-03 では穴から適度な熱の移動があり, 温度低下につながったと考えられる.

4. まとめ

コンクリート表面の温度上昇速度を抑制する効果は, 穴の形状によっては無垢の金属板と同等の効果を得ることができる. また穴を開けた金属板を設置することで, コンクリートと金属板の間の熱のこもりを解消することができ, 無垢の金属板より熱を逃すことが解明された.

参考文献

- 1) 土木学会: コンクリート構造物の耐火技術研究小委員会報告ならびにシンポジウム論文集, pp.付 49-付 58 2004.10
- 2) 羽原和也: 高温加熱を受けたコンクリートの内部温度分布と RC はりの爆裂ひび割れ性状, コンクリート工学年次論文集, Vol.29, No1, pp.825-830, 2007

