コンクリー 的割裂破壊時の表面応力状態

武蔵工業大学 学生会員 松本 朋士

 同上
 非会員
 石井 旭

 同上
 正会員
 栗原 哲彦

同上 正会員 吉川 弘道

1 はじめに

断熱変形によって生じる温度変化を応力変換することで可視化する赤外線応力システムをコンクリートに適用した場合,破壊位置の予測や破壊過程・破壊領域の明確化に対して有効であると考えられる.一方,溶融スラグはコンクリート用骨材としての利用推進が行われているが,骨材表面が滑らかなため付着性状が劣る等の問題点が挙げられる.

本研究は赤外線応力画像システムによるコンクリートの割裂引張破壊時における表面応力状態の把握および骨材 - モルタル界面における応力集中について検討した.

2 実験概要

2.1 使用材料および供試体

使用材料として、セメントは早強ポルトランドセメント、粗骨材は八王子産砕石(比重 2.69g/cm³)及び溶融スラグ粗骨材(比重 2.78g/cm³)、細骨材は相模川水系川砂(比重 2.58g/cm³)、水は武蔵工業大学内上水道水を使用した.

供試体は割裂引張試験時におけるコンクリー 中の応力分布を検討するため,水セメン 比 55%の円柱供試体 (150mm,厚み 50mm)を作製した (シリーズ).また,骨材・モルタル界面での応力分布を検討するために,水セメン 比 55%のモルタル 円柱供試体 (100mm,厚み 50mm)中央部に直径 50mm 程度の普通粗骨材および溶融スラグ 粗骨材を配置したものを作製した (それぞれシリーズ ,シリーズ).コンクリー め示方配合 (シリーズ)を表 1 に示す .モルタルの配合に関しては,コンクリー 的配合から粗骨材を除いたものとした.

供試体は ,28 日間標準水中養生を行った後 ,28 日間気中養生することで供試体中の水分を蒸発させた.

粗骨材の	水セメント	細骨材率	単位量(kg/m³)					
最大寸法	比	s/a	水	セメント	細骨材	粗骨材	混和剤	
(mm)	(%)	(%)	W	С	細官的	租宵的	AE減水剤	AE助剤
20	55	45	163	307	800	1019	0.768	0.0307

表 1 コンクリートの示方配合 (シリーズ)

2.2 載荷方法

載荷方法は,サーボパルサー式試験機を用い,割裂引張載荷による繰返し疲労試験を行った.周波数は 5Hz,応力測定時間を3時間と一定にした1).繰返し疲労試験時の上限荷重は,3種類の試験体に関して同荷重レベルとし,上限荷重は9kN,下限荷重は3kNと一定にした.なお,上限荷重については静的割裂引張耐力に対して,シリーズでは35%,シリーズでは30%,シリーズでは55%に相当する.疲労試験終了後に同供試体に対して割裂引張試験を行い,破壊後の供試体と表面応力画像を比較し,応力伝達の様子を検討した.

2.2 外線応力画像システムを用いた応力画像の求め方の原理

繰返し荷重を作用させたとき、繰返し載荷時の最大荷重(上限荷重)時と最小荷重(下限荷重)時の温度を測定し、その差を求めることで応力に相当する温度差の画像(温度応力画像)を求めることができる、温度差の測定は、荷重負

Key word:割裂引張破壞,表面応力状態,応力集中

連絡先 : 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 武蔵工業大学 都市基盤工学科 構造材料工学研究室

TEL 03-3703-3111(内線:3441)FAX:03-5707-2125

荷に同期させて、1周期ごとに走査線上でn回のライン積算を行い、これを順次繰り返しながら、微妙な温度変化を信号として取り出して画像化する.圧縮応力部はプラス、引張応力部はマイナスで表示される.図1に応力測定方法²⁾を示す.

3 実験結果および考察

図 2 に普通円柱供試体 (シリーズ)の応力分布と破壊後の供試体を示す.載荷点付近で圧縮領域が見られたが,中央部付近での応力集中は確認できなかった.全体的に応力分布が見られたため,応力集中位置を判定できず,ひび割れ経路の予測は不可能であった.

図3に普通粗骨材 (シリーズ)、図4に溶融スラグ粗骨材 (シリーズ)の応力分布と破壊後の供試体を示す.図3に関してシリーズ に比べ広範囲で帯状の応力分布が確認できた.また,帯状の左端に沿って最終ひび割れ面が形成されており、ひび割れ予測につながるものと考えられる.溶融スラグ粗骨材を用いた図4では、シ

リーズ のような帯状の応力分布は見られず,載荷間を直線でつなぐ狭い領域に応力の分布が見られた.しかし,最終ひび割れは,応力分布位置に沿っており,これからもひび割れ経路の予測は可能であった.さらに,骨材中央部から右方向へひび割れが生じているが,これも応力分布から推測できる.

以上より,普通骨材の方が溶融スラグ骨材に 比べて付着が良く,この点が帯状の応力分布とい う形で捉えられたと考えられる.溶融スラグ骨材 は骨材強度が小さいこともあり,骨材自身が破壊 し,このことが応力分布に幅を持たせなかった理 由と考えられる.

4.まとめ

以上より、割裂破壊時の表面応力状態を把握することにより、ひび割れ位置の予測は、ある程度可能であった.しかし、骨材周辺の応力集中に関しては、明確に捉えることができず、この点はさらに検討が必要である.今後は骨材の形状および材質による影響を検討する.

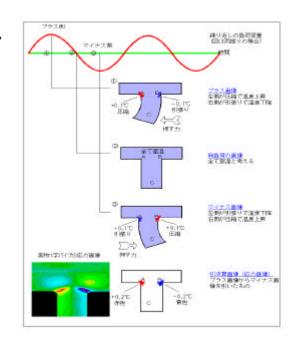
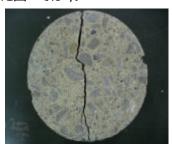


図 1 応力測定方法 2)



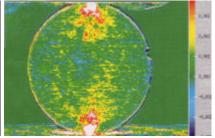
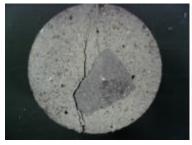


図2 普通円柱供試体(シリーズ)



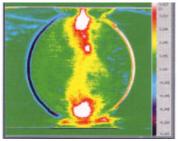
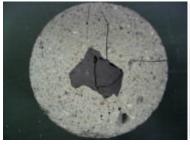


図3 普通粗骨材使用(シリーズ)



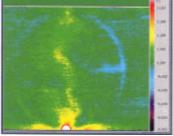


図4 溶融スラグ粗骨材使用(シリーズ)

参考文献 】

2)JEOL,赤外線応力画像システム取扱い説明書