リング拘束供試体を適用したアクリル系ポリマーセメントモルタルの爆裂性状の評価検討

太平洋マテリアル	正会員	○常藤	光
同	正会員	杉野	雄亮
同	正会員	谷辺	徹
群馬大学	正会員	小澤	満津雄

1. はじめに

ポリマーセメントモルタル(以下, PCM)は, RC部材の断面修復材 として使用されている.部材の耐火性を考慮するとき,高温下におけ る爆裂性状を把握することは重要である.しかし, PCMの拘束条件下 における爆裂性状は不明なことが多い.そこで,本論文では外部拘束 を考慮した試験方法である,「コンクリートの爆裂試験方法¹⁾」のリン グ拘束供試体法を PCM に適応して,爆裂性状の評価を検討した.また, 普通セメントモルタル(以下, NCM)を比較水準とした.

2. 実験概要

表1に材料仕様を示す.供試体の加熱条件は RABT30 とした. PCM および NCM の配合は,砂セメント比 2.0,水セメント比 50%とした. また,PCM はポリマーを外割添加して,ポリマーセメント比 (P/C)を 5%にした.ポリマーは,セメント混和用ポリマーであるアクリル系粉 末樹脂を用いた.図1に供試体の形状を示す.供試体は上述の試験法¹⁾ を参考にし,拘束リング (鋼製) にモルタルを充填して作製した.拘束 応力および蒸気圧は,「付属書A(参考) コンクリートの爆裂試験A法

(リング拘束供試体法)における各種測定方法¹⁾」を参考にし、測定した.図2に爆裂深さの経時変化の一例を示す.モルタル内部の熱電対が 爆裂により炉内に露出すると、急激な温度上昇が生じる.この時間をプ ロットし、温度推定による爆裂深さの経時変化とした.図3に爆裂の発 生条件を示す.谷辺らは、コンクリートの爆裂を熱応力と蒸気圧が複合 的に作用して発生するとしており、前者を破壊プロセス、後者を爆裂プ ロセスと定義している²⁾.また、両プロセスを同時に満たす時、爆裂が 発生するとしている.本論文では、上述のプロセスに基づき、PCMの爆 裂性状を評価した.破壊プロセスは、温度上昇による PCM の熱膨張に

伴い加熱面に平行な拘束応力が発生し,加熱面と垂直方向に引 張ひずみ(ɛ₂)が生じると考えられる.さらに,拘束応力によ る引張ひずみがコンクリートの引張破壊ひずみ(ɛ_{t-f})を超えた とき,破壊プロセスを満たすとした.一方,爆裂プロセスは, 蒸気圧が破壊片を押し出す力として作用したときに条件を満 たすとした.しかし,爆裂プロセスを評価する指標は谷辺らの 研究では示されていない.そこで,蒸気圧の挙動を確認し,爆 裂への作用を判断することとした.

表 1 材料仕様





図2 温度推定による爆裂深さの 経時変化例





図4 加熱後の爆裂深さ

キーワード ポリマーセメントモルタル,火災,爆裂,リング拘束供試体法,拘束応力,蒸気圧 連絡先 〒285-0802 千葉県佐倉市大作 2-4-2 太平洋マテリアル(株)開発研究所 TEL 043-498-3921

3. 実験結果

図4に爆裂の発生状況を示す. PCM と NCM の最大爆裂深さは 18mm と 93mm であり, PCM の方は爆裂深さが大きいことがわかる. これより, ポリマーの添加により爆裂規模が大きくなることが分かった.

次に,付属書 A¹に従い,引張ひずみ破壊指数により,爆裂深さの経時 変化を推定した.見掛けのポアソン比と,引張破壊ひずみおよび弾性係 数残存比は,既往の研究におけるコンクリートの熱間データを参考にし た³⁾.具体的には,見掛けのポアソン比を 0.15 とし,引張破壊ひずみの 限界値を 150µ とした.また,弾性係数残存比は日本建築学会の弾性係 数残存比の提案式を用いた⁴⁾.

図5にPCMの引張ひずみ破壊指数による爆裂深さの推定結果を示す. 爆裂深さの推定値は、内部温度から推定した爆裂深さの経時変化とよく 一致した.図6にPCM 爆裂深さと蒸気圧の経時変化を示す.モルタル 内部の蒸気圧は、爆裂発生時に急減したことがわかる.したがって、PCM は破壊プロセスと爆裂プロセスを同時に満たし、爆裂したと考えられる.

図7にNCMの引張ひずみ破壊指数による爆裂深さの推定結果を示す. NCMの爆裂深さの推定値は、10mm までは一致した.図8に NCMの 25mm 位置における蒸気圧の経時変化を示す.図より、蒸気圧低下時の 勾配が PCM に比べ緩やかになっており、ひび割れ等から蒸気が徐々に散 逸した可能性がある.また、蒸気圧の低下は、引張ひずみ破壊が生じた 時間よりも早いタイミングで起きている.すなわち、25mm で爆裂しな かった理由は、引張ひずみ破壊が起きる前に蒸気が散逸し、破壊プロセ スと爆裂プロセスを同時に満たさなかったためであると推察される.

以上より、本試験条件においては、コンクリートの熱間特性値を用い て PCM の爆裂性状を評価できる可能性があると考えられた.しかし、 PCM に適用する際は、加熱条件、ポリマーの種類、配合および含水の影響など、適用可能な範囲をさらに検討する必要がある.

4. まとめ

- (1) リング拘束供試体法による爆裂評価の結果, PCM は NCM より爆裂 規模が大きくなる傾向がみられた.
- (2) 見掛けのポアソン比,引張破壊ひずみ,弾性係数残存比にコンクリ ートの熱間データを用い,PCMの爆裂深さを推定した結果,本試験 条件においては爆裂深さの推定値が実際の爆裂深さとよく一致した. したがって,リング拘束供試体法によりPCMの爆裂評価を行える 可能性があると考えられた.

45 40 温度推定 35 ひずみ破壊推定 爆裂深さ(mm) 30 25 20 15 10 5 0 0 5 10 15 20 25 30 経過時間(分)











参考文献

- 1) 日本コンクリート工学会 JCI 規準・指針画面参照: http://www.jci-net.or.jp/j/jci/study/standard.html (閲覧日: 2019 年 3 月 20 日)
- 2) 谷辺徹,小澤満津雄,鎌田亮太,内田裕市,六郷恵哲:高温環境下での高強度コンクリートの耐爆裂性評価における爆裂発生指標の提案, 土木学会論文集 E2, Vol. 70, No. 1, pp.104-107, 2014
- 3) 道越真太郎,小林祐,黒岩秀介: 圧縮力を受けるコンクリートの高温時におけるひずみ挙動,日本建築学会構造系論文集,72巻,621号, pp.169-174,2007

4) 構造材料の耐火性ガイドブック:日本建築学会, 2017.3