


学位論文の要旨

専攻名	環境工学	ふりがな氏名	よしかわ さとし 吉川 悟史	
学位論文題目	加熱改質フライアッシュを用いたコンクリートの材料ひび割れ抑制に関する研究 (Study on reduction of shrinkage and thermal cracking in concrete by using modified fly ash)			
<p>建設業を取り巻く環境は、戦後復興、高度経済成長期の「スクラップアンドビルド」から「耐久性向上・品質向上」と「環境負荷低減・循環型社会」へ移り変わっており、コンクリート構造物の品質、特に耐久性の低下に結びつくひび割れに対する社会の意識が高まっている。そこで、本研究では、加熱改質フライアッシュ (Modified Fly Ash、以下 M-FA) の乾燥収縮ひび割れや温度ひび割れなどの『材料ひび割れ』に対する抑制効果を検証することを目的として、各種の実験を行った。</p> <p>乾燥収縮ひび割れ抑制効果に関しては、M-FA の応力緩和効果とひび割れ抑制効果を把握するため乾燥時の温度や相対湿度を変化させ、試験の利便性からモルタルを用いた拘束ひび割れ試験方法により評価した。また、実験で得られた物性値を使用し、有限要素法によるひび割れ抑制効果を解析的に検討した。さらに、既往のひび割れ幅予測手法を用いて比較を行った。</p> <p>温度ひび割れ抑制効果に関しては、基準コンクリートと M-FA コンクリートの圧縮強度が同一レベルとなるよう調合し、実機で練り混ぜたコンクリートで模擬柱試験体を作製し、水和熱など測定し、基礎物性や熱特性を比較した。加えて、模擬部材を想定し、実験結果を用いて 3次元有限要素解析により M-FA コンクリートの温度ひび割れ抑制効果について検討した。</p> <p>本論文は 8 章にて構成されている。</p> <p>第 1 章「序論」では、本研究の背景と目的を述べるとともに、本論文の構成を示した。</p> <p>第 2 章「既往の研究」では、FA を混和したコンクリートおよびモルタルの乾燥収縮ひび割れ特性ならびに、温度ひび割れ抑制効果について、既往の研究で得られている知見について整理した。</p> <p>第 3 章「モルタル供試体を用いた改良型乾燥収縮ひび割れ試験方法の検証」では、既往の研究ではコンクリートの試験結果に比べてモルタル供試体は、拘束応力が大きく、鋼材表面にひずみゲージを貼り付けることによる試験区間部分の断面減少等が結果に影響を及ぼしたと考えられた。そこで、改良型拘束鋼材を用いた最適な試験方法について確認した。その結果、改良した試験方法は、既往の方法に比べて拘束応力が小さく、問題点とされていた断面欠損の影響を除外でき、モルタルのひび割れの発生しやすさを比較するための簡便な評価方法として、十分な評価が可能であることを確認した。</p> <p>第 4 章「乾燥収縮ひび割れに及ぼす各種影響要因に関する実験的検討」では、モルタル供試体を用いて、M-FA 混和の有無や乾燥環境を変化させ、発生する収縮応力の増加速度と水和による引張強度増進との関係性を実験により調べ、M-FA の乾燥収縮ひび割れ抑制効果を検討している。その結果、応力強度比は、温度が高いほど、また、相対湿度が小さいほど大きくなる</p>				

(注) 和文 2,000 字又は英文 800 語以内

続紙 有 無

傾向が見られた。また、M-FA を混和することで乾燥収縮ひずみが小さくなるとともに、モルタルに発生する拘束応力増加速度も小さくなるため、収縮ひび割れ発生の遅延および抑制効果が期待できることを明らかにした。

第 5 章「乾燥収縮ひび割れ抑制効果に関する解析的検討」では、第 4 章の実験結果を用いて有限要素法解析により、M-FA を混和したモルタルの乾燥収縮ひび割れ抑制効果について検討し考察を述べた。また、コンクリートの場合について既往のひび割れ幅予測手法を用いたプログラムからひび割れ本数や最大ひび割れ幅を算出し比較した。有限要素解析結果では、M-FA は無混和より収縮応力が小さく、内部拘束による収縮応力に対して低減効果が大きかった。ひび割れ幅の予測結果では、ひび割れ本数の減少、最大ひび割れ幅が小さくなり、M-FA の収縮ひび割れ抑制効果が期待できることを示した。

第 6 章「温度ひび割れ抑制効果に関する実機練り実験」では、材齢 28 日強度を同程度とした調合を用いた実機試し練り試験により、M-FA コンクリートの熱特性や構造体強度補正值について検討し、温度ひび割れ抑制効果について考察している。その結果、M-FA コンクリートの温度上昇量は、基準コンクリートに対し 2.0~4.4℃小さく、最高温度に達したあとの下降が緩やかであった。また、構造体強度補正值も、基準コンクリートに対して M-FA コンクリートは小さく、構造体強度補正值を普通ポルトランドセメントよりも小さくすることが可能であることを示した。

第 7 章「3次元有限要素法による温度応力解析」では、実験結果から逆解析により材料定数を推定し、3次元有限要素法を用いて M-FA を混和したコンクリートの温度ひび割れ抑制効果について検討した。基準コンクリートに比べ M-FA コンクリートは終局断熱温度上昇量が小さく、また、比熱、熱伝導率は、M-FA を混和することで大きくなる傾向が確認された。さらに、M-FA コンクリートは基準コンクリートに比べ、部材内の温度応力の低下が確認され、ひび割れ指数が低下し、温度ひび割れ抑制効果が期待できることを示した。

第 8 章「結論」では、本研究で得られた知見をまとめるとともに、今後の課題について述べた。

[1999 文字]

学位論文審査結果の要旨

専攻	環境工学 専攻	氏名	吉川 悟史
論文題目	加熱改質フライアッシュを用いたコンクリートの材料ひび割れ抑制に関する研究		
主査	大谷 俊浩		
審査委員	黒木 正幸		
審査委員	富来 礼次		
審査委員	佐藤 嘉昭		
審査委員			
審査結果の要旨 (1000字以内)			
<p>コンクリート構造物の耐久性の向上は、環境負荷低減のために極めて重要な課題の一つである。本研究では、コンクリート構造物の耐久性を大きく低下させる乾燥収縮ひび割れや温度ひび割れなどの『材料ひび割れ』に対する加熱改質フライアッシュ (Modified Fly Ash、以下 M-FA) の抑制効果を検証することを目的とした実験的および解析的検討を行っている。</p> <p>まず、筆者らが開発し改良を施したモルタル用の小型鉄筋埋設型乾燥収縮ひび割れ試験方法を用い、温湿度条件を変化させることでセメントおよび M-FA の反応および乾燥速度を変化させた実験を実施している。その結果、M-FA の混和で乾燥収縮ひび割れが小さくなるとともに、モルタルに発生する乾燥初期の拘束応力増加速度も小さくなり、M-FA に収縮ひび割れ発生が遅延および抑制効果があることを明らかにしている。次いで、M-FA のひび割れ抑制効果を、実験で得られた物性値を用いた FEM による応力解析および既往のひび割れ幅予測手法に本実験結果を組み込めるように改良したプログラムによって検討し、M-FA は無混和より収縮応力が小さく、特に内部拘束による収縮応力に対する低減効果が大きいこと、ひび割れ本数および最大ひび割れ幅が減少し、収縮ひび割れの抑制効果が期待できることを示している。</p> <p>また、温度ひび割れ抑制効果に関しては、実機で練り混ぜたコンクリートで模擬柱試験体を作製し、基礎物性や熱特性を検討している。その結果、基準コンクリートに対し、M-FA コンクリートの温度上昇量が 2.0~4.4℃小さくなり、構造体強度補正値を普通ポルトランドセメントよりも小さくすることが可能であることを明らかにしている。さらに、FEM による応力解析により M-FA コンクリートの温度ひび割れ抑制効果について検討し、基準コンクリートに比べて M-FA コンクリートは終局断熱温度上昇量が小さく、比熱および熱伝導率が大きくなること、また部材内の温度応力が低下することでひび割れ指数が低下し、温度ひび割れ抑制効果が期待できることを示している。</p> <p>このような知見はいずれも適切な実験や考察から導かれたことが論文に述べられており、その有用性は高く評価できる。また、論文審査委員会や公聴会における説明および質疑応答は十分に満足のできるものであった。</p> <p>以上より、本論文は博士 (工学) の学位に値するものと審査委員全員一致で判定した。</p>			