

令和 4 年 6 月 17 日現在

機関番号：17501

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19K04691

研究課題名(和文) 経年強化特性を備えた加熱改質フライアッシュの補修材としての適用性

研究課題名(英文) Applicability of Modified Fly Ash with Aging Strengthening as Repair Materials

研究代表者

佐藤 嘉昭 (SATO, YOSHIAKI)

大分大学・理工学部・客員教授

研究者番号：30038111

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：フライアッシュの均質性を阻害する未燃カーボンを熱処理によって低減した加熱改質フライアッシュ(MFA)はセメントの水和組織を長期に亘って緻密化する経年強化材である。本研究では、このMFAを混和した補修材の要求性能に応じた材料設計法を確立するため、基準のセメントモルタル(CM)、CMにMFAを混和したもの(MF-CM)、CMに再乳化形ポリマーを混和したもの(RP-CM)のフレッシュ性状や強度発現性、乾燥収縮、硫酸浸食抵抗性に関する実験を行った。次いで、CMの実験結果に基づいてMF-CMおよびRP-CMの各種特性に関する予測式を構築した。予測式は実験結果をほぼ表すことができることが分かった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

JIS 種相当のMFAについては既にコンクリート用混和材料としての利用を検討しており、十分な成果が得られている。一方、経年強化材であるMFAをRP-CMに対して混和した研究は今回が初めての試みである。また、補修後の構造物の耐久性を考慮した補修材料としての最適配(調)合を提案するために必要な材料設計システムを確立することを視野に入れている。既存構造物の劣化状況に応じた補修材料を設計できるようになれば最適な補修材料の選定が可能となり、構造物としての適切な長寿命化対策を計画することができるようになる。このように、新しい補修材の開発は社会的要請の高い研究テーマである。

研究成果の概要(英文)：The MFA obtained by reducing unburned carbon, which interferes with the homogeneity of fly ash, by heat treatment is an age-strengthening material that densifies the hydrated structure of cement for a long period of time. In this paper, in order to establish a material design method to meet the performance requirements of repair materials mixed with MFA, experiments were first conducted on fresh properties, strength development, drying shrinkage, and sulfuric acid erosion resistance of cement mortar (CM, reference mortar), CM mixed with MFA (MF-CM), and CM mixed with redispersible polymers (RP-CM). The effects of W/C, fine aggregate volume, MFA replacement ratio, and polymer addition ratio on various properties were clarified. Then, prediction equations for various properties of MF-CM and RP-CM were developed based on the experimental results of CM. It was found that the prediction equation could approximately represent the experimental results.

研究分野：コンクリート工学

キーワード：加熱改質フライアッシュ(MFA) 経年強化材 補修材 基準モルタル MFAセメントモルタル(M-CM) ポリマーセメントモルタル(P-CM) 材料設計法 強度・耐久性

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

筆者らは、火力発電所から排出されるフライアッシュ(FA)の均質性を阻害する未燃カーボンを熱処理によって低減した、図1に示すような加熱改質フライアッシュ(MFA)を製造する技術を開発した[1]。MFAはポゾラン活性を備えていることから長期にわたって組織を緻密化するという効果を発揮し(経年強化特性)、また、自己治癒機能も備えていることから、補修材として最適な素材である。

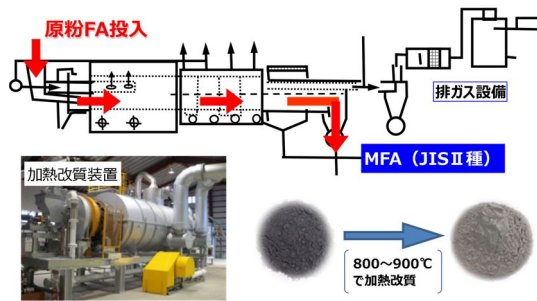


図1 加熱改質装置の概要

補修材としてポリマーセメントモルタル(PCM)系の断面修復材の開発に取り組むが、PCMを選択した理由は、結合材がセメントとポリマーの2成分からなる複合材料で、セメントモルタルと比較して、接着性や防水性、耐薬品性などに優れているからである。また、従来のPCMは一般的にセメント、細骨材に液体のポリマーディスページョンを混合して用いられてきたが、近年、施工現場で水を加えるだけでPCMを得ることができる再乳化成粉末樹脂(粉末ポリマー、RPP)が使用されるようになってきている。一材化型のPCMのメリットは施工現場での計量の手間を省き、計量ミスをなくすることができることにある。

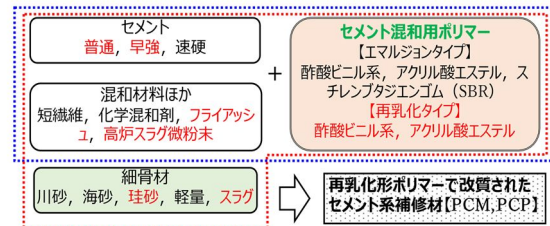


図2 一材化型ポリマーセメント系補修材の構成

以上のことから図2に示すようなMFAを混和した一材化型ポリマーセメントモルタルの断面修復材の開発に向けて、補修材としての基本的特性(フレッシュ性状、強度、乾燥収縮、耐硫酸性)に関する実験に取り組み、強度および乾燥収縮ひずみの予測式を構築することとした。持続可能な社会を構築するためには、新設・既設を問わず、構造物の長寿命化対策は必要不可欠で、高機能な補修材料の開発は社会的要請の高い研究テーマと言える。

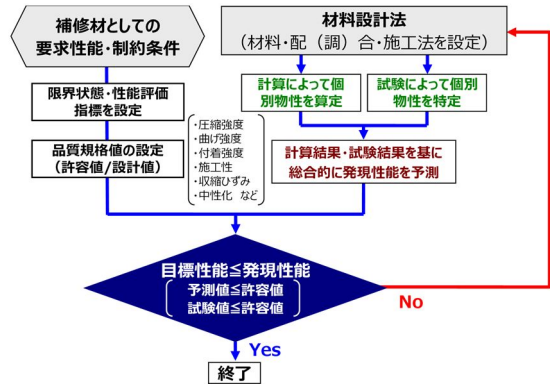


図3 性能規定型材料設計法

2. 研究の目的

本研究の最終的な目標は、コンクリート構造物の劣化状況に応じて補修材として要求される性能を十分に満足するものを提供できるように、最適な補修材の材料設計を確立することにある(図3参照)。ここでは、表1に示すように、そのために必要となる基礎的な実験データを収集した。なお、シリーズは実験を継続中である。

表1 研究目的および実験内容の一覧

シリーズ	研究目的/実験内容
	(1) 普通セメントと早強セメントの最適な混合比率を求める実験 (2) 細骨材の種類の影響を確認する実験 (3) 再乳化成粉末樹脂を選定する実験 (4) MFAとBFSの混和量に関する実験 (5) 収縮低減剤の効果をj確認する実験 (6) 消泡剤の効果をj確認する実験 (7) 作業性の評価(チキソトロピー性の簡易評価)に関する実験
	(1) 基準となるセメントモルタル(CM)の基本的特性に関する実験 (2) MFAを混和したセメントモルタル(M-CM)に関する実験
	(1) 再乳化成粉末樹脂(RPP)を添加したポリマー改質セメントモルタル(RP-CM)に関する実験 (2) 強度および乾燥収縮ひずみの推定式の提案
	(1) MFAを混和したポリマーセメントモルタル(MFRP-CM)に関する実験(実験継続中)

3. 研究の方法

(1) 使用材料

実験に使用した材料の物理的性質を表2に示す。セメントには普通ポルトランドセメントと早強ポルトランドセメントを混合使用することにした。これについては、補修材としての初期強度を高めるため、また、MFAを混和することによって初期強度が低下することから、早強セメント単味では初期強度は高いが、その後の発現が期待できないことから、普通セメントと早強セメントを適切な比率で混合して使用することにした。細骨材には珪砂S1(3,4,5,6号の混合砂)および高炉スラグ細骨材S2を使用した。混和材には、加熱改質フライアッシュ(MFA)および高炉スラグ微粉末(BFS)を使用した。再乳化成粉末樹脂には、スチレンアクリル酸エステル(SAE)、ポリアクリル酸エステル(PAE)、酢酸ビニル・ベオバ・アクリル(VVA)の3種類を使用した。また、必要に応じて高性能AE減水剤、空気連行剤、消泡剤ならびに収縮低減剤を用いた。なお、一部の配(調)合では補修材自体の収縮によるひび割れ発生の抑制と母材との付着強度を高めるために2種類の合成繊維(ビニロンおよびナイロン繊維)を使用した。

(2) 補修材の配(調)合

各種セメントモルタルの配(調)合における要因と水準を表3に示す。全ての調合において目標フローは $180 \pm 10\text{mm}$ として、高性能 AE 減水剤の添加量で調整することにした。空気量については $3 \pm 1\%$ を目標として、空気連行剤や消泡剤で調整した。水セメント比(W/C)や水粉体比(W/B, $B=C+MFA$ or $C+BF$)は 30, 35, 40, 45% を基本とした。細骨材容積(V_s)は 18.8, 28.8, 38.8, 48.8% とした。混和材としては MFA がメインの材料で、置換率(MF/B)は原則 20, 30, 40, 50% としたが、BFS を混合使用(MF:BF=1:1)する場合の置換率は 30, 40, 50, 60% とした。ポリマーセメント比(P/C)は基本 3, 5, 10% で、一部 20% とした。繊維の混入率は補修材の体積当たり 4 および 8kg/m^3 とした。

(3) 供試体作製方法

モルタルの練混ぜは恒温恒湿室(温度 20 ± 2 , 湿度 60%RH)で行った。練混ぜ時間について、JIS A 1171「ポリマーセメントモルタルの試験方法」に規定のミキサの回転数と練混ぜ時間を考慮し、練混ぜ回数が同じになるよう後述する練混ぜ時間で練練した。

モルタル供試体の作製には $40 \times 40 \times 160\text{mm}$ の 3 連の鋼製型枠と $50 \times 100\text{mm}$ のプラスチック製の円柱型枠を使用した。モルタルは打設後 2 時間程度で、表面をカッティングして平らにした後、打設面から水分蒸発を防ぐために濡れたウエスで覆い保管した。材齢 1 日で脱型を行い、恒温恒湿室において封緘養生や所定の材齢まで水中養生(温度 20 ± 1)を行った。

(4) 実験方法

フレッシュ性状

テーブルフロー試験は JIS R 5201 に準じて行った。フローコーンを引き抜いた直後の 0 打フローと 15 打フローを計測した。空気量試験は JIS A 1128 に準拠した。

曲げ強度および圧縮強度

曲げ強度試験および圧縮強度試験は JIS R 5201:2015 に準拠して行った。供試体の個数は曲げ試験用に各材齢 3 個、圧縮強度試験に曲げ強度試験に用いた試験体の両折片を用いた。供試体数は各材齢 6 個である。円柱供試体は圧縮強度試験に用いた。

長さ変化率

試験方法は JIS A 1129 に準拠したが、乾燥収縮試験は下水道事業団が示す方法[2]に準じて行った。すなわち、供試体は成形後、恒温室(温度 20 ± 2 , 湿度 50%以上)に 24 時間静置した後、脱型し基長の測定を行った後、恒温室に放置した。供試体には $40 \times 40 \times 160\text{mm}$ の角柱供試体を 3 個用いた。ひずみはダイヤルゲージ(基長:160mm, 1/1000mm)を用いて測定し、同一の供試体の脱水量は電子天秤を用いて測定した。

硫酸溶液浸漬試験

硫酸浸漬試験には $50 \times 100\text{mm}$ の円柱供試体を用いた。材齢 28 日まで 20 水中養生を行い、その後寸法および質量を測定し、ただちに濃度 5% 硫酸溶液に浸漬させた。28 日間浸漬後、供試体を引き上げ、下水道事業団[2]が提案する試験方法に従い、流水で供試体表面を洗浄し、質量および寸法を測定した。その後、ダイヤモンドカッターで供試体中央部を水平に切断し、その切断面に 1% 濃度のフェノールフタレイン溶液を噴霧し中性化深さを測定した(図 4 参照)。

4. 研究成果

(1) シリーズ

普通セメントと早強セメントの最適な混合比率を求める実験

図 5 は普通ポルトランドセメントに対する早強ポルトランドセメントの混合率と圧縮強度の関係である。早強ポルトランドセメントの混合割合の影響については、混合率を増加させるほどフロー値は低下した。材齢 3 日では混合割合が 50% までは増加する傾向を示し、それ以上では

表 2 使用材料の物理的性質

種類	記号	物性
セメント	C	普通ポルトランドセメント(N) 密度: 3.16g/cm^3 早強ポルトランドセメント(H) 密度: 3.14g/cm^3
		加熱改質フライアッシュ JIS 種 (JIS A 6201) 密度 2.27g/cm^3 比表面積 $4220\text{cm}^2/\text{g}$ 強熱減量 0.8%
混和材	MFA	高炉スラグ微粉末 4000 (JIS A 6206) 密度 2.91g/cm^3 比表面積 $3940\text{cm}^2/\text{g}$
	BFS	珪砂 (3号~6号) 表乾密度 2.63g/cm^3 吸水率 0.63% 実積率 56.7%
細骨材	S1	高炉スラグ細骨材 表乾密度 2.53g/cm^3 吸水率 2.94% 実積率 53.9%
	S2	同上
練り混ぜ水	W	上水道水
混和剤	Ad1	高性能減水剤(ナフタレンスルホン酸系) 粉末タイプ
	Ad2	空気連行剤(脂肪族アルコール系) 粉末タイプ
	DE	消泡剤 粉末タイプ
	SR	収縮低減剤(成分:低級アルコールのアルキレン オキシド付加物)粉末タイプ
再乳化形 ポリマー	RPP	SAE スチレンアクリル酸エステル かさ密度 $0.5 \pm 0.1\text{g/l}$, ガラス転移点 0
		PAE ポリアクリル酸エステル かさ密度 $0.5 \pm 0.1\text{kg/l}$, ガラス転移点 8
		VVA 酢酸ビニル・ベオバ・アクリル かさ密度 $0.45 \pm 0.05\text{kg/l}$, ガラス転移点 15
合成繊維	ビニロン	長さ 6mm /混入量 4, 8kg/m^3
	ナイロン	長さ 3mm , 6mm /混入量 4, 8kg/m^3

表 3 各種セメントモルタルの配(調)合の要因と水準

基準モルタル(CM) / MFA モルタル(MF-CM) / 再乳化形ポリマーセメントモルタル(RP-CM) / MA 混和再乳化形ポリマーセメントモルタル(MFRP-CM)

要因	水準				
W/C(%)	30	35	40	45	50
V_s (%)	18.8	28.8	38.8	48.8	
FA/B(%)	20	30	40	50	
BF/B(%)	30	40	50		
FA+BF	FA/B	15	20	25	30
	BF/B	15	20	25	30
P/B(%)	PAE	3	5	10	20
	VVA	3	5	10	

W:水, C:セメント, FA:改質フライアッシュ, BFS:高炉スラグ微粉末, B:粉体(=(C+FA)or(C+BF)), PAE:ポリアクリル酸エステル, VVA:酢酸ビニル・ベオバ・アクリル



図4 硫酸浸食による中性化

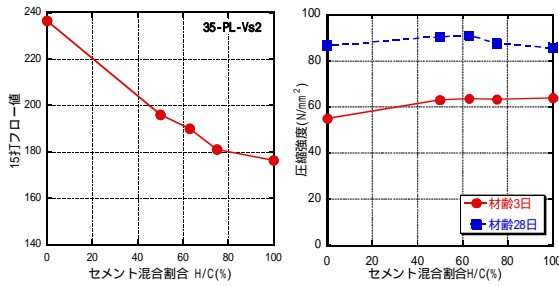


図5 H/Cと15打フロー値および圧縮強度の関係

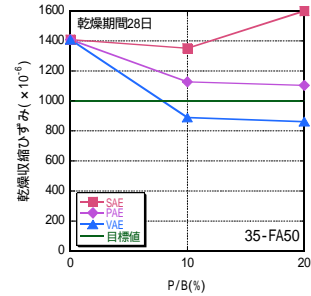


図6 P/Cと乾燥収縮ひずみの関係

ほぼ頭打ちとなった。材齢 28 日では混合割合が 63%で最大となった。以上の結果より、混合比率は N:H=1:1.7 (H/C63%)とし、以下の実験を行うこととした。

細骨材の種類の影響を確認する実験

珪砂を適切な比率で混合した混合砂と高炉スラグ細骨材を用いて実験を行った。終局乾燥収縮ひずみ は式(1)で表される双曲線関数に当てはめて算出したが、乾燥期間が長期になると炭酸化による収縮が顕著になることが判明したことから、50~100 日の範囲のデータをを用いた。

$$\epsilon(t) = \epsilon_{\infty} \left(\frac{t}{\alpha + t} \right)^{\beta} \quad \text{式(1)}$$

ここに、 t : 乾燥期間(日), $\epsilon(t)$: 乾燥期間 t 日における乾燥収縮ひずみ($\times 10^{-6}$), ϵ_{∞} : 係数, ϵ_{∞} : 終局乾燥収縮ひずみ

これによると、 V_s の増加に伴い乾燥収縮ひずみはほぼ直線的に減少する。珪砂(S1)と高炉スラグ細骨材(S2)で比較すると、 V_s 18.8%ではS1の方がひずみは小さいが、 V_s が28.8~48.8%ではS2の方が若干($100 \sim 200 \times 10^{-6}$)小さいことが分かった。また、中性化深さについて、S2はS1よりも全体的に小さく、また V_s の増加に伴いほぼ直線的に小さくなる。このように、高炉スラグ細骨材の方が良好な結果を示すことが分かったが、現状、乾燥した高炉スラグ細骨材の供給網を確保できないことから、以下の実験では珪砂の混合砂を用いることにした。

再乳化形ポリマーの選定に関する実験

スチレンアクリル酸エステル(以下、SAE)、ポリアクリル酸エステル(PAE)、酢酸ビニルピニルパーサテートアクリル酸エステル(VVA)の3種類を用いて実験を行った。図6に乾燥期間28日における乾燥収縮ひずみとポリマー添加率の関係を示す。SAEについては混和量が増加すると乾燥収縮ひずみが大きくなり、PAEおよびVVAは混和量が増加すると乾燥収縮ひずみが小さくなる。このように、SAEを用いた場合は良好な結果が得られないことから、以下の実験では、PAEとVVAの2種類を使用することとした。

(2) シリーズ (MFAを混和したセメントモルタルの特性)

フレッシュ性状に関して、15打フロー値は同一W/Bの場合、細骨材容積率(V_s)が大きくなると低下する。W/B30%ではMFA置換率が増加するとフロー値は低下する。

圧縮強度は、 V_s 30%以上の範囲では V_s が大きいほどやや増加する。また、収縮低減剤(SR)

< 圧縮強度・曲げ強度 >

$$\sigma = f_1(C/W) \cdot f_2(V_s) \cdot f_3(t)$$

$$\sigma_b = 0.593 \cdot \sigma_c^{0.668}$$

$$f_1(C/W) = 28.4 \cdot C/W + 3.6$$

$$f_2(V_s) = 0.0037 \cdot V_s + 0.89$$

$$\frac{f(t)}{f_{28}} = \exp \left\{ S_c \left[1 - \left(\frac{28}{t} \right)^{1/2} \right] \right\}$$

$$S_c = -0.96 \cdot C/W + 0.43$$

式(2)

< 終局乾燥収縮ひずみ >

$$\epsilon_{\infty} = \gamma \{-40.7(V_s + \alpha \cdot V_{MFA}) + 3060\}$$

$$V_{eq} = V_s + \alpha \cdot V_{MFA}$$

式(3)

$f(t)$: コンクリートの圧縮強度 (N/mm^2), f_1 : C/W の影響を表す関数, f_2 : V_s の影響を表す関数, f_3 : t の影響関数, t : コンクリートの材齢(日), S_c : 実験定数, V_s : 細骨材容積率(%), σ_b : 曲げ強度, ϵ_{∞} : 乾燥収縮ひずみの最終値, V_{eq} 等価細骨材容積率(%), V_{MFA} : MFA容積率(%), α : 有効係数

図7 CMに関する予測式の一覧

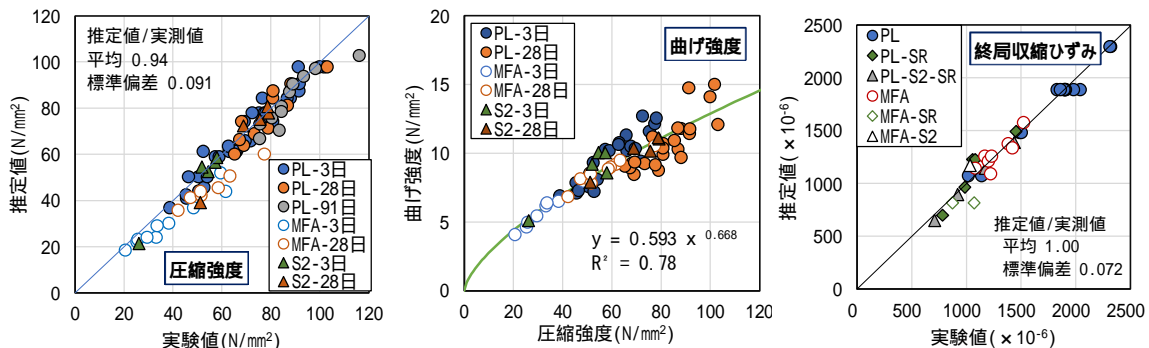


図8 MF-CMの実測値と推定値の比較(圧縮強度, 曲げ強度, 終局乾燥収縮ひずみ)

添加率による明確な影響は見られない。乾燥開始材齢が1日の場合、終局ひずみはVsならびにMFA置換率が大きくなるほど直線的に小さくなるが、水セメント比による影響は小さい。

硫酸浸漬試験における中性化深さは、MFA置換率20%では無混和と差がないが、置換率40~60%の範囲では小さくなる傾向にある。

基準およびMFAモルタルの材齢28日までの圧縮強度は、セメント水比、Vsおよび材齢の進行を表す関数の積で表した式(2)でおおよそ推定可能である(図7, 8参照) 基準およびMFAモルタルの終局収縮ひずみは、MFA容積率に有効係数(0.72)を乗じた容積を足し合わせた細骨材容積率を用いた式(3)で推定可能である(図7, 8参照)。

(3) シリーズ (再乳化形樹脂を添加したポリマーセメントモルタルの特性)

P/Cの影響について、空気量を同一とすることでP/Cの増加に伴い、曲げ強度は同等あるいは若干向上し、圧縮強度は低下する傾向にある。

RPCMの終局ひずみはRPPの種類によらず空気量の増加に伴い大きくなる傾向にある。また、W/Cの影響はPLと比較して大きく、W/Cの増加に伴いひずみも増加する。Vsの影響について、基準モルタルの終局ひずみとほぼ同様の負の直線関係を示し、Vsが大きくなると終局ひずみは減少する。P/Cの影響はW/CとRPPの種類によって異なる。

RPCMの硫酸浸食抵抗性について、PAE,VVAを添加すると中性化深さは小さくなるが、重量変化率は増加する。

RPCMの圧縮強度は、C/W, Vsおよび材齢を要因とした基準モルタルの推定式にポリマー種類ごとのP/Cの関数を乗じた式(4)によって推定することができる。また、RPCMの曲げ強度は、PLの圧縮強度推定値と曲げ強度の関係式にポリマー種類ごとのP/Cの関数を乗じた式(5)によっておおよそ推定することができる(図9, 10参照)。

RPCMの終局ひずみの推定式の構築では、空気量の影響を排除する必要があることから、ここでは、空気量3%における値に換算した補正終局ひずみを用いて検討し、影響因子としてVs, W/CおよびP/Cを選定した。その結果、式(6)で示される影響関数を乗じた式によっておおよそ推定することができる(図9, 10参照)。

< 圧縮強度 >

$$\frac{f(t)}{f_{28}} = \exp \left\{ s_c \left[1 - \left(\frac{28}{t} \right)^{1/2} \right] \right\}$$

$$\sigma = f_1(P/C) \cdot f_2(C/W) \cdot f_3(Vs) \cdot f_4(t)$$

$$f_1(P/C) = 1 - \alpha_p \cdot P/C$$

$$f_2(C/W) = 27.5 \cdot C/W + 6.01$$

$$f_3(Vs) = 0.0025 \cdot Vs + 0.928$$

$$S_c = -0.0878 \cdot C/W + 0.391$$

式(4)

f(t): 圧縮強度 (N/mm²), f₂₈: 材齢28日圧縮強度 (N/mm²), t: 材齢(日), S_c: 実験定数, : 圧縮強度 (N/mm²), f₁ (P/C), f₂ (C/W), f₃(Vs), f₄ (t): P/C, C/W, Vs および材齢の各影響関数, C/W: セメント水比, Vs: 細骨材容積率 (%), P/C: ポリマーセメント比 (%), p: 実験定数 (PAE: 0.0191, VVA: 0.0225)

< 曲げ強度 >

$$\sigma_b = f_1'(P/C) \cdot 0.988 \cdot \sigma_c^{0.52}$$

$$f_1'(P/C) = 1 + \alpha'_p \cdot P/C$$

式(5)

b: 曲げ強度 (N/mm²), c: 圧縮強度推定値 (N/mm²), 'p: 実験定数 (PAE: 0.0487, VVA: 0.0386)

< 終局乾燥収縮ひずみ >

$$\varepsilon_{\infty} = f_1 \cdot f_2 \cdot f_3$$

$$f_1(Vs) = -63.9 \cdot Vs + 4233$$

$$f_2(W/C) = \left(\frac{W/C}{35} \right)^{0.226}$$

$$f_3(P/C) = \beta_p \cdot P/C + 1$$

式(6)

f₁: Vsの影響を表す関数, f₂: W/Cの影響を表す関数, f₃: P/Cの影響を表す関数, p: 実験定数 (PAE: 0.0055, VVA: -0.0049)

図9 RP-CMに関係する予測式の一覧

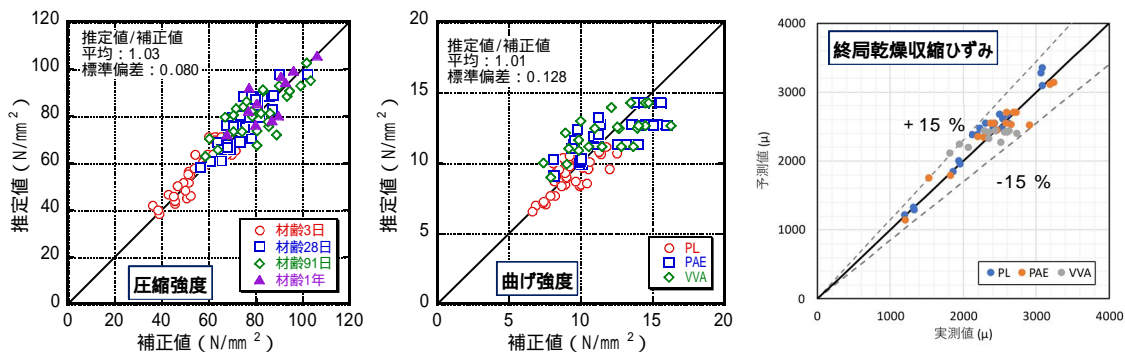


図10 RP-CMの実測値と推定値の比較(圧縮強度, 曲げ強度, 終局乾燥収縮ひずみ)

< 引用文献 >

- [1] 李相培・佐藤嘉昭・山田高慶・大谷俊浩, 改質石灰(CfFA)を用いたコンクリートの特性に関する研究、コンクリート工学年次論文集, Vol.30, No.1, pp.213-218, 2008
- [2] 下水道コンクリート構造物の腐食抑制技術及び防食技術マニュアル, (地方共同法人)日本下水道事業団, 2017

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 日高幸治・秋吉善忠・佐藤嘉昭・大谷俊浩	4. 巻 43
2. 論文標題 加熱改質フライアッシュを混和したモルタルの特性に関する研究	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 コンクリート工学年次論文集	6. 最初と最後の頁 1085-1090
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 佐藤嘉昭・大谷俊浩・秋吉善忠・清原千鶴	4. 巻 28
2. 論文標題 加熱改質処理をしたフライアッシュの特性と品質変動について	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 日本建築学会技術報告集	6. 最初と最後の頁 1-6
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3130/aijt.28.1	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 日高幸治・秋吉善忠・大谷俊浩・佐藤嘉昭	4. 巻 44
2. 論文標題 再乳化形粉末樹脂を混和したポリマーセメントモルタルの圧縮および曲げ強度に関する研究	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 コンクリート工学年次論文集	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計7件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 日高幸治・秋吉善忠・大谷俊浩・佐藤嘉昭
2. 発表標題 加熱改質フライアッシュを活用したポリマーセメントモルタル系断面修復材の材料設計に関する研究（その1 研究目的および実験計画）,（その2 予備実験の結果）
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演梗概集2020年3月
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 柴田敏央・日高幸治・秋吉善忠・大谷俊浩・佐藤嘉昭
2. 発表標題 加熱改質フライアッシュを活用したセメントモルタル系断面修復材の材料設計に関する研究（その1 実験概要および基礎物性），（その2 乾燥収縮および硫酸浸漬試験結果）
3. 学会等名 日本建築学会九州支部研究報告2021年3月
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 柴田敏央・古園隆倅・日高幸治・秋吉善忠・大谷俊浩・佐藤嘉昭
2. 発表標題 加熱改質フライアッシュを使用したセメントモルタル系断面修復材の材料設計に関する研究（その1 実験概要および基礎物性），（その2 乾燥収縮試験結果），（その3 硫酸浸漬試験結果）
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演梗概集（東海）2021年9月
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 佐藤嘉昭・石田征男・大谷俊浩・秋吉善忠・日高幸治
2. 発表標題 強度寄与率を用いた FA コンクリートの配（調）合設計に関する研究（その 1 強度寄与率の計算方法）
3. 学会等名 日本建築学会九州支部研究報告2022年3月
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 日高幸治・柴田敏央・秋吉善忠・大谷俊浩・佐藤嘉昭
2. 発表標題 加熱改質フライアッシュを活用したポリマーセメントモルタル系断面修復材の材料設計に関する研究（その 3 消泡剤添加率，ポリマー種類およびポリマー添加率の影響），（その 4 加熱改質フライアッシュを混和したポリマーセメントモルタルの各種性状）
3. 学会等名 日本建築学会九州支部研究報告2022年3月
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 日高幸治・大谷俊浩・秋吉善忠・古園隆倅・佐藤嘉昭,
2. 発表標題 加熱改質フライアッシュを使用したポリマーセメントモルタル系断面修復材の材料設計に関する研究 (その4. ポリマーによる導入空気の影響を排除した場合におけるフレッシュ性状および強度特性), (その5. ポリマーによる導入空気の影響を排除した場合における乾燥収縮ひずみおよび耐硫酸性)
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演梗概集 (北海道) 2022年9月
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 佐藤嘉昭・大谷俊浩・秋吉善忠・清原千鶴
2. 発表標題 フライアッシュを混和したコンクリートの強度寄与率に関する研究
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演梗概集 (北海道) 2022年9月
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	秋吉 善忠 (AKIYOSHI YOSHITADA) (40713467)	大分大学・理工学部・助教 (17501)	
研究分担者	大谷 俊浩 (OTANI TOSHIHIRO) (00315318)	大分大学・理工学部・教授 (17501)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------