

令和 3 年 6 月 17 日現在

機関番号：37111

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2020

課題番号：18K04432

研究課題名（和文）室内外から異なる環境作用を受けるRC部材の再現実験と劣化進行モデルの構築

研究課題名（英文）Development of accelerated deterioration test method and systems for outdoor and indoor sides of reinforced concretes structure

研究代表者

塚越 雅幸（Tsukagoshi, Masayuki）

福岡大学・工学部・准教授

研究者番号：50579711

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：建築物の実使用状態に近い室内外を想定した2面暴露の試験方法を提案し、内外壁面の中性化と鉄筋腐食の進行について、外断熱材の影響も考慮した検討を行なった。屋外側の環境と外断熱材によるコンクリートの温度と相対含水率の変化は、屋外内の中性化と鉄筋腐食速度に影響を及ぼす。そのため従来通りの試験体全体を一定の環境に暴露する方法では室内側の中性化による劣化について、温湿度の影響の評価が難しいケースが存在する。特に夏季における温度上昇が中性化や鉄筋腐食速度に及ぼす影響や、冬季にて結露が生じやすいような箇所などでは鉄筋腐食速度について過小評価している恐れがある場合があることを明らかとした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

建築物の外壁や屋根部材は、室内外2方向からの同時に劣化因子が作用する。そのため、従来のそれぞれ一定条件下への暴露試験では、条件によっては劣化速度を過小評価している恐れがあった。本研究では、新たに開発される様々な仕上材料や工法を対象とした、実際の劣化環境を踏まえたRC部材の劣化評価試験方法のための室内外を想定した2方向暴露試験装置を開発提案した。

研究成果の概要（英文）：The indoor and outdoor surfaces of the peripheral walls of buildings are constantly exposed to different temperature and humidity conditions. Therefore, an apparatus was developed to simulate environmental exposure by simultaneously applying different temperature and humidity conditions to the indoor and outdoor surfaces of mortar specimens and the rates of carbonation and rebar corrosion were investigated. In addition, outdoor exposure tests were also conducted.

In the externally insulated test specimens, the summertime increase in concrete temperature was suppressed; therefore, carbonation was also controlled on the indoor side. However, in winter, all the specimens were maintained at a high temperature, which accelerated the carbonation process. However, preventing moisture condensation effectively controls rebar corrosion. Therefore, applying insulation materials to external surfaces can effectively extend the life of reinforced concrete structures.

研究分野：建築材料の耐久性評価

キーワード：コンクリート 中性化 鉄筋腐食 断熱材 防水材 促進劣化試験 屋外暴露試験 非破壊検査

1. 研究開始当初の背景

鉄筋コンクリート(RC)建築物の寿命は、これまで中性化による鉄筋腐食の開始時期を指標としてきたが、中性化とその後の鉄筋腐食の進行は含水状態の影響を強く受けるため、両者の劣化の進行が促進される環境が異なることが指摘されている。たとえば、中性化の進行は室内側の方が早い、鉄筋腐食の問題は屋外側で多く報告されている。これは、室内側は空調により温湿度がコントロールされているのに対して、屋外側は直接外部の温湿度環境や雨水の影響を受けているためであると言われている。

そのため、実建築物の寿命評価を単純な中性化深さのみで考える事は難しく、建築物の限界状態をどう考えるか再考する時期に来たのではないかと議論が活発化している。しかし、これまでのコンクリートの中性化や鉄筋腐食に関する評価試験は、RC部材全体を特定の劣化要因の強度を高めた試験室に暴露する促進劣化試験や、屋外暴露試験が行われてきたが、室内外の2方向から作用される温湿度の影響までは考慮できていない。さらに、実建築物のRC壁面の場合、室内外で異なる仕上材が施工されることも多く、コンクリート部材の断面方向での温度と含水率分布は一概にはならず、かつ環境温湿度の変化に伴い絶えず変化している非正常な状態にある。従来の手法では部材の性能を相対的に比較するためには有効ではあるが、実際の構造物が置かれている状況での耐久性を正しく評価することは非常に難しい。

2. 研究の目的

様々な材料と工法で構成される建築物の外壁や屋根部材は、促進劣化試験による材料と工法の性能評価法が社会的にも求められている。一方で、建築物の所有者が信頼できる試験方法を確立することが急務である。そのためには汎用性があり、かつ実際の劣化環境を踏まえたRC部材の促進劣化試験方法と寿命予測法の構築が必要不可欠である。そこで本研究では、より実使用状態に近い室内外を想定した2面暴露の促進劣化試験方法を提案し、内外壁面での中性化の進行の挙動と、その後の鉄筋腐食性状について、外断熱材が温度と含水率に及ぼす影響を考慮した検討を行なう。さらに実暴露試験データとの整合性をまとめ、建築物のおかれた環境や劣化の測定方法と項目を再検討し、RC建築物の劣化診断や予測結果の精度と信頼性を向上させることが本研究の目的である。

3. 研究の方法

本研究では大きく、実暴露での室内外2方向暴露試験、および促進環境での室内外の2方向暴露試験2つの実験を行う。

(1) 試験体の概要

試験体は両試験ともに次に示す同様のものを用いた。まず、躯体部分には100×100×400mmの無筋角柱モルタルを用いた。また、鉄筋腐食速度観察用試験体は、100×100×250mmの鉄筋入り角柱モルタルとし、暴露面2面（モルタル打込み側面）からかぶり15mmの位置にそれぞれ鉄筋D10を配した。鉄筋端部の露出部分は腐食を防ぐためエポキシ樹脂により絶縁処理を行った。モルタルはW/C=60%とし、1ヶ月間水中養生後、20±3°C、60±10%R.H.の実験室内で1ヶ月間乾燥させた、暴露面2面を除く他4面はエポキシ樹脂を塗布して絶縁処理を行った。

断熱材は、建築用断熱材として使用されている市販の繊維系グラスウールボードと発泡プラスチック系押出法ポリスチレンフォームの2種類を用いた。なお部材厚さは40mmとした。

鉄筋腐食観察用試験体の概要を図1に示す。試験体はモルタルの乾燥終了後、屋外面を想定した1面には、断熱材は暴露面以外の面をエポキシ樹脂で絶縁処理する際に同時にモルタルとの間に隙間が生じないように固定した。なお、室内面を想定する面には、全ての試験体で何も施工しなかった。

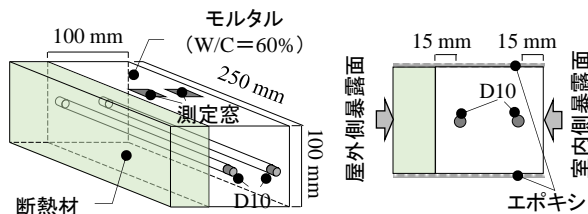


図-1 鉄筋入りモルタル供試体の形状と寸法

(2) 実暴露での室内外2方向暴露試験

実暴露環境下での中性化の観測は非常に長期を要するため、実暴露試験ではあらかじめ鉄筋のかぶり位置まで中性化処理を行った試験体中での鉄筋腐食速度について実験を行った。暴露試験は図2に示すように、同種類同士の供試体を積み上げ、これを建築物の開口部に暴露面が室内外それぞれ面するように設置し、実際の建築物の壁の暴露状況を再現した。なお、屋外側面は南向きとなる。暴露試験期間中、供試体間で熱の移動を避けるため、供試体は厚さ20mmの断熱材を4周に設けた。試験は福岡県福岡市にて2020年6月17日～2021年1月5日まで行った。この間、屋外側面は、自然の温・湿度、日射環境が作用する。なお、雨水がかからないように供試体表面には透明のビニルシートを暴露面に接しないよう5.0mm程度のスペーサーを挟み設置した。室内側は、暴露開始6週目までは調整期間として空調は稼働させていない。その

後、7/29より常時空調を稼働させ、室温 23°C、相対湿度は 60%を目標に管理した。また、モルタルの室内外表面には K 型熱電対を貼り付け温度を測定した。

(3) 促進環境での室内外の 2 方向暴露試験

① 促進中性化試験

試験体を積み上げて作製した壁のそれぞれの面を屋外側と室内側と見立て独立した暴露環境を維持できるように図 3 に示すように、壁自体で暴露チャンバー内が 2 室に区切れるように設置した。両室にはそれぞれ、所定の試験条件に合わせて環境を個別に制御出来るように空調と炭酸ガス濃度制御用設備を設けた。

夏季を想定した実験環境では、特に日射の影響を厳しく受ける屋根面の温度環境を再現するため、図 3 に示すように 20°C、60%R.H.を目標に制御した空調下にて白熱灯 (250W) でモルタルの屋外側暴露面温度が最大 60°Cとなるよう暴露面に照射した。照射は夏季の日照時間を想定して 6 時間とし、その後 18 時間の 20±2°C、60±5%R.H.環境への暴露を 1 サイクルとした。

冬季を想定した実験環境では、低温履歴を再現するため、低温循環槽からの不凍液 (約-10°C) を 20°C、60%R.H.を目標に制御した空調下にて循環させた冷却用ホースを試験体暴露面に帯状に配置しモルタルの屋外側暴露面温度が 3~5 °C程度となるように不凍液を循環させた。

室内側を想定した面は全条件で 20±2°C、60±5%R.H.一定の環境とした。また、促進中性化試験環境時の炭酸ガス濃度は夏季・冬季、室内外ともに全て 5±0.2%とした。また、比較のため、通常の促進中性化試験(JIS A 1153)と同等となる、室内側を想定したチャンバー内に、モルタル単体の試験体(以降、基準モルタル)を暴露した。

② 促進鉄筋腐食試験

実暴露試験同様、あらかじめ鉄筋のかぶり位置まで中性化処理を行った試験体中での鉄筋腐食速度について実験を行った。また試験は、試験体を壁状に積み上げて、暴露チャンバー内が 2 室に区切れるように設置し、両暴露面にそれぞれ屋外と室内環境を作用させた。なお、暴露環境は促進中性化試験と同様に夏季と冬季の 2 水準を行うが、より鉄筋の腐食環境を過酷な条件とするため高湿度環境と変更し、夏季環境は 20°C、95%R.H.を目標に制御した空調下にて白熱灯で 6 時間照射後は、18 時間の 20±2°C、95±5%R.H.環境への暴露を 1 サイクルとした。

鉄筋の腐食状態は電気化学的モニタリング手法を用いて測定した。測定を行う際の照合電極は飽和銀塩化銀電極 (Ag/AgCl)、対極にはチタンメッシュを用いて試験体中の鉄筋全長の平均値として測定を行った。また、分極抵抗は短形波電流分極法で印加電流 10 μA、周波数 800 Hz と 0.1 Hz のインピーダンス値の差から求め、コンクリート抵抗は高周波側 (800 Hz) のインピーダンス値として求めた。また、測定を行うため、試験体上面の鉄筋直上の位置にエポキシ樹脂を塗布していない 1 辺 2 cm 正方形の測定窓を設けており、露出したコンクリート表面部分に照合電極と対極を吸水させた脱脂綿を介して密着させて測定を実施した。測定終了後の測定窓部分は劣化因子の侵入路とならないようにアルミテープで塞いだ後に暴露試験を継続した。

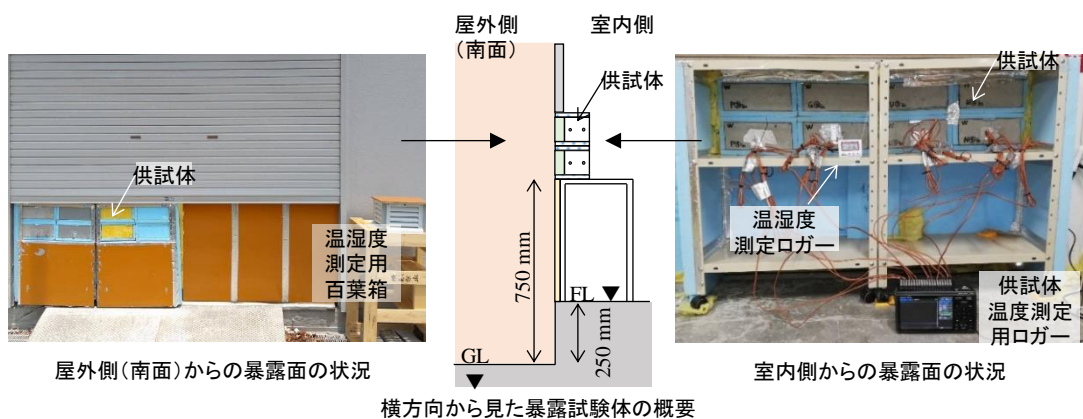


図2 屋外暴露試験の状況

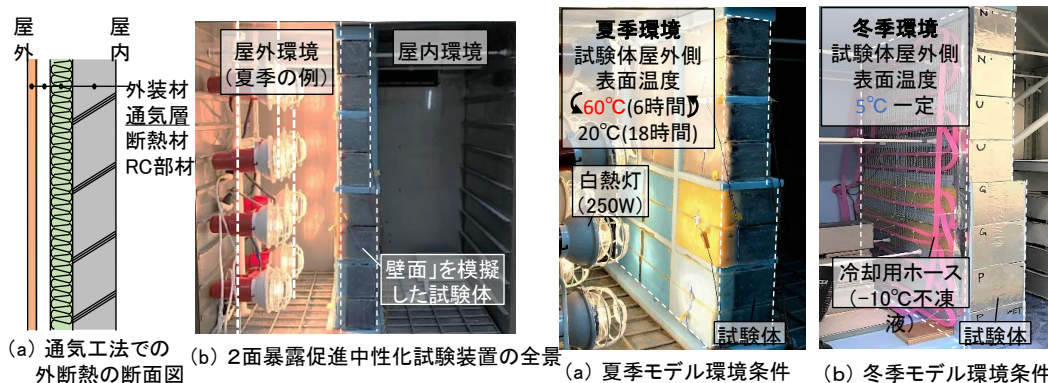


図3 促進暴露試験装置の概要

4. 研究成果

(1) 実暴露での室内外2方向暴露試験の測定結果

① 試験体の温度変化履歴の測定結果

実暴露試験時の屋外側の夏季では、屋外側の温度は昼夜で 25~40°C を変化し、室内側は、ほぼ 23°C 前後となった。冬季となると屋外側では 5~15°C 程度、室内側は夏季と同様に 23°C 前後となった。相対湿度は夏季・冬季で屋外側では 40~90% を変化し、室内側は 60% 前後だった。

全試験期間のモルタルの温度変化を図 4 に示す。モルタル単体の供試体では、夏季には屋外の温度変化および日射の影響を受け 40°C 以上まで上昇した。冬季になると外気温同様に 5~15°C 程度までとなった。また、室内側の温度は、屋外の温度変化の影響を受け、夏季では室内側も 30°C 近くまで上昇し、冬季では 10°C 程度まで低下した。一方で両断熱材供試体は、外部の温度変化や日射の影響を抑制し、屋外の表面温度は夏季では最大 30°C 程度、冬季では最低 12°C 程度、屋内は 18.5~24.3°C の範囲で推移した。

② 実暴露環境下での鉄筋の腐食状況の測定結果

腐食電流密度の結果を図 5 に示す。屋外側では、夏季にはモルタル供試体が高く平均で 0.15 $\mu\text{A}/\text{cm}^2$ となっており、両断熱材供試体では 0.12 $\mu\text{A}/\text{cm}^2$ 程度と低く抑えられており、断熱材による温度の上昇の抑制によるものと思われる。冬季には、モルタル供試体とグラスウール断熱供試体は 0.08~0.09 $\mu\text{A}/\text{cm}^2$ 程度まで低下している。両断熱供試体のモルタルの温度はほぼ同程度となっていることから、冬季にかけては乾燥による影響が強いものと考えられる。

室内側では、夏季で屋外と同様の傾向があるが、その他の期間ではほぼ横這いであった。室内外ともに、夏季では温度の影響を受けモルタル供試体が高い値を、冬季では乾燥速度の遅いポリスチレン断熱供試体が高い値を示した。

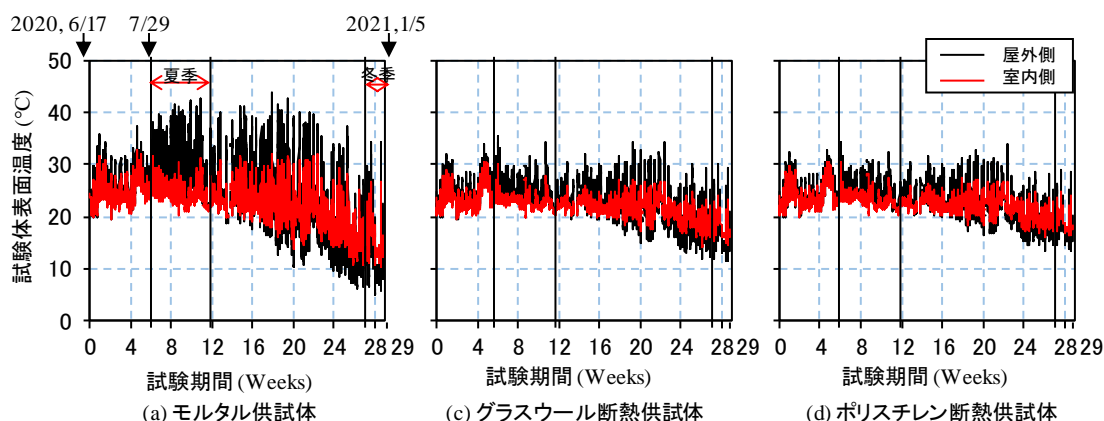


図4 モルタルの表面温度履歴

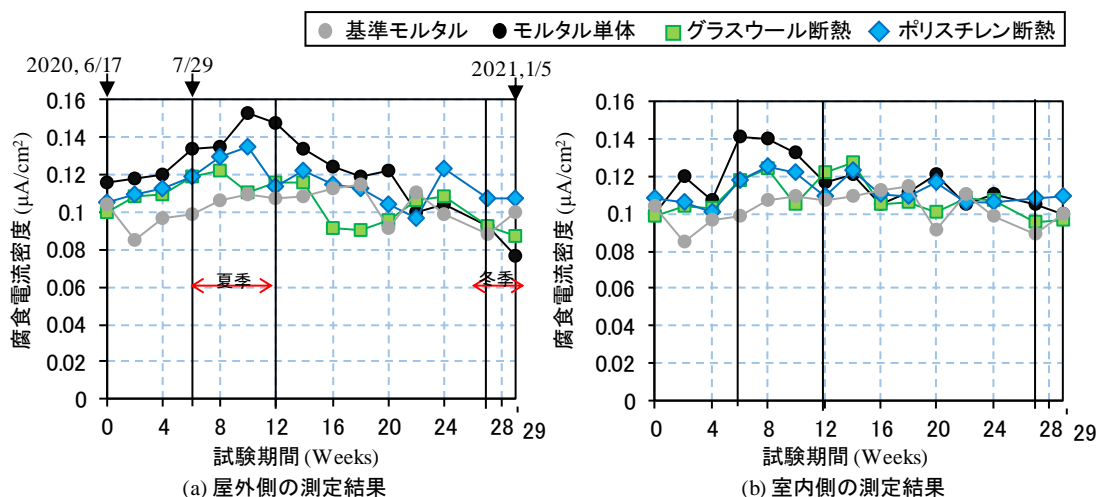


図5 鉄筋の腐食電流密度の経時変化

(2) 促進環境での室内外の2方向暴露試験結果

① 促進中性化試験の測定結果

促進中性化試験結果を、基準モルタルの 12 週目の中性化深さに対する、各試験体の 12 週目の中性化深さの比率を、モルタルの温度と相対含水率と併せて図 6 に示す。

夏季環境に暴露したモルタル単体の試験体は、基準モルタルに比べ、室内外側ともに中性化の進行が促進され、屋外側の方が室内側に比べて中性化の進行割合が 40% 程度大きい。これはラン

照射によりが高温でかつ相対含水率が低くなったためだと考えられる。また、断熱材試験体の屋外側の中性化は進行が抑制された。これは暴露面に施工した断熱材のガス遮断性能および温度の上昇抑制効果によるものと考えられる。室内側については、屋外面に断熱材を施工した試験体の方が、モルタル単体の試験体と比べて中性化の進行が抑制された。これは、断熱材によりモルタル中の温度上昇が抑制されたことと、比較的相対含水率が高く保たれていたことが要因であると思われる。

冬季環境に暴露したモルタル単体の試験体は、基準モルタルに比べ、室内外ともに中性化の進行が抑制された。屋外側の中性化深さは、グラスウール断熱材試験体をもっとも大きく、次いでモルタル単体の試験体となった。これは、モルタル単体の試験体はグラスウール断熱材試験体に比べ低温でかつ比較的相対含水率が高くなり、炭酸ガスのモルタル内部への拡散と中性化反応が抑制されたためだと考えられる。

外断熱を施工することでモルタル単体の試験体と比べて、夏季はモルタルの温度上昇が抑制され、相対含水率も比較的高い値で保持されたため、中性化の進行は抑制されたが、冬季は逆にモルタルの温度低下が抑制させるため、相対含水率の低下が大きく室内側からの中性化の進行を早める傾向にあった。外断熱が施工されたコンクリート部材の室内側の中性化速度については夏季から冬季にかけて年間の温度変化とその期間を考慮し中性化進行を判断する必要があると考えられる。

② 促進環境での鉄筋腐食の測定結果

モルタルの温度と相対含水率と併せて図7に示す。モルタル単体の試験体は、夏季の屋外側からの湿気の吸着による相対含水率の上昇に加え、温度上昇の影響により屋外側の腐食電流密度が上昇した。また、冬季は温度低下にともない生じた結露による相対含水率の上昇が、室内側の腐食電流密度の上昇に大きな影響を及ぼしたと思われる。

断熱材を施した試験体は、断熱材の透湿性能の違いにより屋外側の相対含水率が増加する場合もあるが、夏季は温度上昇が抑制されるため、モルタル単体に比べると腐食電流密度は室内外ともに小さくなった。また、冬季は結露の発生が防止されるため、腐食電流密度は小さくなった。

(3) まとめ

屋外側の環境と外断熱材の施工による躯体コンクリート部分の温度と相対含水率の変化は、屋外側と室内側の中性化とその後の鉄筋腐食速度に影響を及ぼす。そのため、従来通りの試験体全体を一定の環境に暴露する方法では、室内側の中性化による劣化については夏季と冬季の温湿度差の影響の評価が難しいケースが存在する。特に夏季における温度上昇が中性化速度に及ぼす影響や、冬季にて結露が生じやすいような箇所での鉄筋の腐食速度については過小評価している恐れがあった。また断熱材の効果については、夏季では外断熱による温度上昇の抑制は室内外ともに中性化や鉄筋腐食の抑制に有効であるが、冬季では保温効果が中性化の進行を早める危険性があるが、結露の発生防止に外断熱は有効に働き鉄筋腐食速度を抑制した。

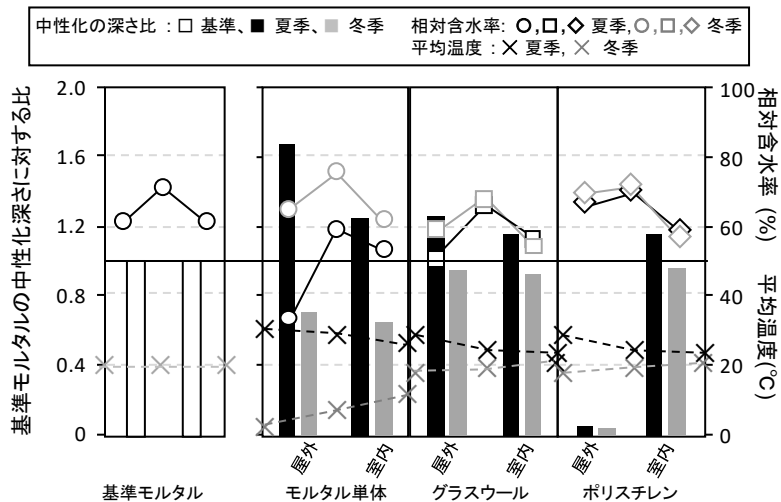


図6 中性化深さの割合とモルタルの温度・含水率の関係

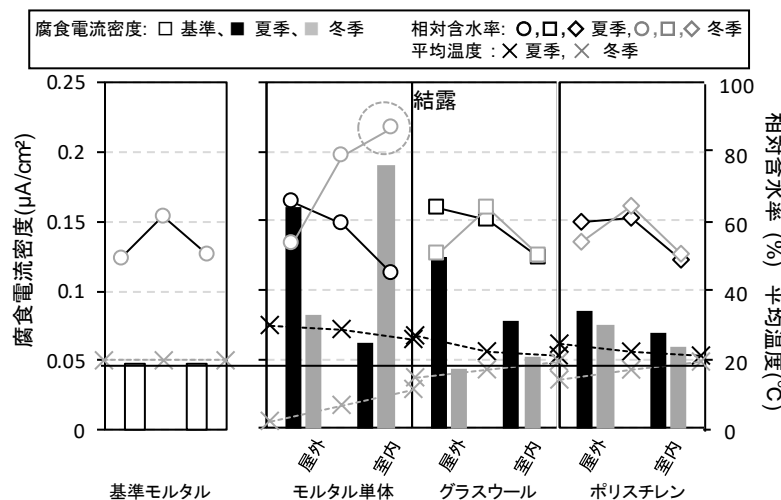


図7 中性化深さ後の腐食速度とモルタルの温度・含水率の関係

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計10件（うち査読付論文 10件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 渡邊真織, 塚越雅幸, 上田隆雄, 中山一秀	4. 巻 41
2. 論文標題 SAPを添加したモルタル系断面修復材の基礎物性と修復直後の鉄筋の防食効果	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 コンクリート工学会年次論文集	6. 最初と最後の頁 1667-1672
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 オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 船坂健介, 塚越雅幸, 上田隆雄, 中山一秀	4. 巻 41
2. 論文標題 外断熱が施工されたコンクリート内・外壁面の中酸化速度に及ぼす屋外の温度環境の影響	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 コンクリート工学会年次論文集	6. 最初と最後の頁 569-574
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 オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 萩原大基, 塚越雅幸, 上田隆雄, 中山一秀	4. 巻 41
2. 論文標題 室内仕上げ材料の透湿性能が地下水の浸透するコンクリート壁面中の鉄筋腐食に及ぼす影響	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 コンクリート工学会年次論文集	6. 最初と最後の頁 671-676
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 オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 船坂 健介, 塚越 雅幸, 上田 隆雄, 中山 一秀	4. 巻 40
2. 論文標題 外断熱コンクリートの屋内・外面の中酸化速度に及ぼす夏季の外気温の影響	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 コンクリート工学会年次論文集	6. 最初と最後の頁 573-578
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 オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 高山 博樹, 塚越 雅幸, 上田 隆雄, 中山 一秀	4. 巻 40
2. 論文標題 絶縁仕様でウレタンゴム系塗膜防水層が施工されたコンクリート中の鉄筋腐食速度に及ぼす湿度環境の影響	5. 発行年 2018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 615-620
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 オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 船坂健介, 塚越雅幸, 上田隆雄, 中山一秀	4. 巻 -
2. 論文標題 外断熱コンクリート内・外壁面の中性化速度に及ぼす冬季外気温の影響	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 2018年度日本建築学会関東支部優秀研究報告集	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 オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 塚越 雅幸, 船坂 健介, 上田 隆雄	4. 巻 86
2. 論文標題 室内外を想定した2方向からの異なる温湿度の作用が外断熱が施工されたモルタルの中性化および内部の鉄筋腐食に及ぼす影響	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本建築学会構造系論文集	6. 最初と最後の頁 686-695
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 オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 塚越 雅幸, 山田 悠二, 江本 幸雄, 上田 隆雄	4. 巻 42
2. 論文標題 外壁面側より漏水した地下RC 部材を模した透水性能の異なるモルタル中の鉄筋腐食性状	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 コンクリート工学会年次論文集	6. 最初と最後の頁 575-580
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 オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 本田 悟, 塚越 雅幸, 花岡 恭平, 上田 隆雄	4. 巻 42
2. 論文標題 室内外壁面を想定した2方向同時暴露環境下にある中性化後のコンクリート中の鉄筋腐食	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 コンクリート工学会年次論文集	6. 最初と最後の頁 437-442
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 オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 野崎 一磨, 塚越 雅幸, 上田 隆雄, 本田 悟	4. 巻 43
2. 論文標題 室内外2方向への暴露下での外断熱・防水を有するモルタル中の鉄筋腐食性状	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 コンクリート工学会年次論文集	6. 最初と最後の頁 DVD
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 オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	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 3件)

1. 発表者名 Masayuki Tsukagoshi, Maori Watanabe, Tkaao Ueda, Ole Mejhede Jensen
2. 発表標題 Development of patch repair material mixed with FA, SAP and LiN02 (Part 1) Mechanical and chemical properties
3. 学会等名 73rd RILEM WEEK 2019 International Conference on Innovative Materials for Sustainable Civil Engineering (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Maori Watanabe, Masayuki Tsukagoshi, Tkaao Ueda, Ole Mejhede Jensen
2. 発表標題 Development of patch repair material mixed with FA, SAP and LiN02 (Part 2) The anticorrosion performance of rebar
3. 学会等名 73rd RILEM WEEK 2019 International Conference on Innovative Materials for Sustainable Civil Engineering (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Masayuki Tsukagoshi, Hiroki Takayama, Takao Ueda, Ole Mejlhede Jensen
2. 発表標題 Estimating the durability of reinforced concrete covered with permeable sheet and waterproofing membrane
3. 学会等名 .Internal workshop on DISRUPTIVE INNOVATIONS (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 野崎一磨・塚越雅幸・上田隆雄
2. 発表標題 室内外2方向暴露したコンクリート中の夏季・冬季における鉄筋腐食性状に及ぼす表面仕上の影響
3. 学会等名 日本建築学会2020年度大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 片山裕太郎・塚越雅幸・本田悟・古澤洋祐
2. 発表標題 かぶせ工法での防水改修工法が断熱材と躯体RC部材中の含水率に及ぼす影響
3. 学会等名 日本建築学会2020年度大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 片山裕太郎・塚越雅幸・山田悠二・樫原弘貴
2. 発表標題 表面保護材料の透湿性能がひび割れを有するモルタル中の鉄筋腐食速度に及ぼす影響
3. 学会等名 日本建築学会2020 年度九州支部研究報告
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 野寄一磨・塚越雅幸・船坂健介・本田悟
2. 発表標題 外断熱・防水改修時のコンクリートの含水状態がその後の鉄筋腐食性状に及ぼす影響
3. 学会等名 日本建築学会2020 年度九州支部研究報告
4. 発表年 2021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	上田 隆雄	徳島大学・大学院社会産業理工学研究部(理工学域)・教授	
	(Ueda Takao)		
	(20284309)	(16101)	

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
---------	---------