

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年 6月 7日現在

機関番号：27101

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2010～2012

課題番号：22560564

研究課題名（和文） 暑中コンクリートの製造、施工および耐久性に関する研究

研究課題名（英文） Study on quality and durability of concrete in hot weather ambience

研究代表者

小山田 英弘（KOYAMADA HIDEHIRO）

北九州市立大学・国際環境工学部・准教授

研究者番号：80233625

研究成果の概要（和文）：本研究は、暑中期のコンクリート工事全般に及ぼす気象条件の影響を対象とし、良質なコンクリート構造体を構築すべく、「製造、施工、品質」に関して、実測・実験・検討を行った。プラントでの実測、実大試験体による実験、気象統計の分析から、製造・運搬時の諸要因の温度への影響、養生期間の強度および耐久性への影響、暑中コンクリート適用期間の変化および新たな算定方法などを示した。

研究成果の概要（英文）：In this research, measuring temperature of concrete and its materials at some plants, experiments and examinations concerning “manufacturing systems, building methods and quality of concrete” under the influences of the climates in hot weather ambience were done. By the measurements at some plants, the experiments of the actual-sized specimens and the analysis of the weather statistics, the influence over the concrete temperature by the various factors in manufacturing systems, the influences over the strength and the durability, the application phase for hot weather concreting and a new calculating method and so on were shown.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	2,200,000	660,000	2,860,000
2011年度	800,000	240,000	1,040,000
2012年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：建築材料学および建築施工学

科研費の分科・細目：建築、建築構造・材料

キーワード：建築構造・材料、気候変動、建設マネジメント、廃棄物再資源化、品質管理システム

1. 研究開始当初の背景

近年、地球温暖化は深刻化し、2008年版「国土交通白書」では、地球温暖化の現状と社会資本整備の根幹となる建築・土木における課題が大きくとりあげられ、さらに、2007年には全国各地で日最高気温が更新されるなど、記録的猛暑となったことは記憶に新しい。これらを受けて申請者らが行った調査では、暑

中コンクリートの適用期間が長くなっていることが明らかとなった。また、同時期に福岡県内の生コン工場を対象に行ったヒアリング調査では、現場では、生コン温度 35℃の上限を厳しく求められながらも、特に気温の高い7月下旬から8月中旬にかけて、水温、材料温度の上昇から、35℃以下で荷卸しすることが困難であるという意見が寄せられて

いる。さらに、35℃の上限には、以前からも明確な根拠が示されていないことを理由に、上限の緩和を求める意見も多い。ここで、暑中コンクリートに関しては、これまでも多くの研究が行われており、それらの実績は、良質なコンクリート構造物を安定的に供給すべく、日本建築学会「鉄筋コンクリート標準仕様書；鉄筋コンクリート工事（JASS 5）」や「暑中コンクリート工事指針」等に反映され、現在これらをもとに製造・施工が行われている。また、本年度改訂された JASS 5 では、暑中期においては、生コン内部温度が高温になるため、強度発現が十分でなく、暑中コンクリートに $3\text{N}/\text{mm}^2$ の補正を行うこととなった。この一因には、セメントの反応が速くなり、短時間で強度が発現し、同時に水和熱が上昇することが考えられるが、反面、早期の強度発現により、せき板の存置期間の条件である圧縮強度には材齢 1 日で達することから、このことを優先して、JASS 5 に定められる養生期間より早期（壁型枠では材齢 1 日で脱型することも多いようである）に脱型されるといった長期耐久性の確保に不安が残る。このように、暑中コンクリートの製造・施工・品質に関しては、現場レベルでは、対応が曖昧、困難、困窮し、かつ一律化されていない現状がある。

一方で、申請者らが行っているフライアッシュを内割混合したコンクリートの実機実験では、強度が低下することなく、内部温度が 10°C 程度低いという結果が得られており、暑中コンクリートに関する問題解決の一助となることを期待しているところである。

2. 研究の目的

本研究では、以下に示す暑中コンクリートの製造・施工・耐久性に関する課題に関して、実機実験、実験室実験、熱応力解析等により明らかにする。

(1) 地球温暖化対策（外気温の影響）

- ・製造時の影響—材料温度と生コン温度の実態
- ・運搬時の影響—気温および日射が及ぼす生コン温度の変化と温度推定式の精度向上
- ・施工時の影響—型枠温度等、施工条件による実際の生コン温度の変化

(2) 副産粉体混合の効果

- ・セメント量低減による温度上昇の抑制と強度発現への影響
- ・副産粉体の強度増大メカニズムの検証、特にフライアッシュ内割混合コンクリートにおいて、初期温度とポズラン反応の関係

(3) 養生方法と効果の検討

- ・型枠脱型時期と耐久性の関係
- ・各種養生方法の効果、実現性（コストおよび工期への影響）と耐久性の関係

(4) 打設時温度の影響の検討

- ・打設時生コン温度 35°C と 40°C のコンクリートにおける、強度、耐久性の違い

3. 研究の方法

(1) 生コン温度、運搬、施工環境の実測

① 製造時

材料温度（セメント、骨材、水）および練混ぜ直後の生コン温度を立地および設備の異なる複数の工場で、5 秒間隔で継続測定する。このことにより、製造時の生コン温度上昇に最も影響の大きい要因を明らかにし、練混ぜ時の生コン温度の低下を図る方法を検討する。多くのデータを蓄積することで、研究分担者らが作成した温度推定式の練混ぜに由来する実験定数の精度向上を図る。

② 運搬時

運搬時の温度上昇には、気温、日射、時間が影響することは明らかである。実験では、運搬量、ドラム色の異なるミキサー車を用いて、気温、日射量の測定と併せて、ドラム内コンクリートの温度を測定し、運搬時の温度上昇に影響する上記要因を定量的に評価し、運搬時の温度上昇の対策方法を検討する。

(2) 構造体コンクリートの品質に関する実験

① 温度上昇と強度発現性状

周囲を断熱した断面 $60\text{cm}\sim 100\text{cm}$ 程度、幅 20cm 程度の柱・壁モデルの実大試験体を用いて、内部温度の分布および推移と圧縮強度の関係を実験により確認する。実験材齢は、養生期間および耐久性の検討を考慮し、1 日、3 日、5 日、1 週、4 週、8 週、13 週、1 年とし、13 週経過後は、屋外暴露とする。

② 養生期間および耐久性

① で作成した試験体を材齢 1 日、3 日、5 日、1 週で脱型し、材齢 13 週および材齢 1 年において、コアを採取し、養生期間の耐久性に及ぼす影響を促進中性化試験、表面の細孔空隙構造、透気係数から検証する。

(3) 副産粉体混合の効果の検討

これまで、フライアッシュを 20% 内割混合した実大試験体、すなわちフライアッシュセメント B 種を使用したコンクリートと同等条件のコンクリートで、中心部の温度が普通コンクリートを用いた試験体より 10°C 程度低く、強度発現に差がないことを確認している。このことから、ある程度の高湿環境下では、ポズラン反応が打設後早期から強度増大に寄与していることが推察されるため実験により検証する。実験は、封緘状態の $\phi 10\text{cm}\times \text{h}20\text{cm}$ の円柱試験体を作成し、温度条件を暑中コンクリートの構造体表面から内部までの温度分布として予想される 40°C 、 50°C 、 60°C 、 80°C 、暴露期間を 24 時間、48 時間、72 時間、混合割合を 20%、30% とし、各試験体の強度発現性状を確認する。

(4) 打設時生コン上限温度の検討

打設時の生コン上限温度 35°C の根拠を確

認、あるいは 35℃以上の上限温度を検討するために、35℃～40℃のコンクリートを打設し、強度、耐久性等、打設時の生コン温度が及ぼすコンクリートの品質への影響を検討する。

4. 研究成果

本研究は、暑中期のコンクリート工事全般に及ぼす気象条件の影響を対象とし、良質なコンクリート構造体を構築すべく、「製造、施工、品質」に関して、実測・実験・検討を行った。得られた成果を年度ごとに以下に整理する。なお、複数年度にわたって複数回かつ継続的に実験を行っているため、内容は重複するが、得られた結果の精度や信頼性の向上が確認されている。

2010 年度

(1) 生コン温度、運搬、施工環境の実測

製造時の材料温度（セメント、骨材、水）および練混ぜ直後の生コン温度を立地および設備の異なる複数の工場で、1 秒間隔で継続測定した。これにより使用材料や生コン工場（プラント装置）の条件さらに運搬による影響をもとに推定が可能な、温度推定式の実験定数で、生コン工場で決定する係数 β をより精度および再現性（普遍性）の高いものとして提案した。次に、運搬時の温度上昇には、気温、日射、時間が影響することは明らかで、ドラム色の異なるミキサー車を用いて、気温、日射量の測定と併せて、ドラム内コンクリートの温度を測定した。結果は平成 23 年度予定の実験と併せて、上記温度推定式の運搬による影響、係数 α の精度向上を図る。

(2) 構造体コンクリートの品質に関する実験

周囲を断熱した断面 100cm の柱モデル、幅 20cm 程度の壁モデルの実大試験体を用いて、内部温度の分布および推移と圧縮強度の関係、さらに、養生期間の耐久性に及ぼす影響を促進中性化試験、表面の細孔空隙構造から検証した。結果、荷卸し時のコンクリート温度の圧縮強度への影響は、38℃程度までは認められなかったが、中性化の進行には湿潤養生期間の影響が顕著に認められることを確認し、さらに湿潤養生期間が、主に脱水に起因すると考えられる表層部の組織形成に影響することを示した。

2011 年度

(1) 生コン温度、運搬、施工環境の実測

前年度と同じく、材料温度（セメント、骨材、水）および練混ぜ直後の生コン温度を①立地、②設備、③地域の異なる複数のプラントで測定した。温度推定式の実験定数 β の精度を高いものとして示した。また、運搬時の温度上昇には、気温、日射、時間が影響するため、ドラム色の異なるミキサー車を用いて、気温、日射量の測定と併せて、ドラム内のコンクリートの温度を測定した。これまでの実験結果と併せて、温度推定式の運搬によ

る影響に関係する係数 α の精度向上を図った。一方で、日射の影響を直接取り入れた温度変化の推定方法（シミュレーション）を行った。

(2) 構造体コンクリートの品質に関する実験

周囲を断熱した断面 100cm の柱モデル、幅 20cm 程度の壁モデルの実大試験体を用いて、含水量、密度、結合水量などを測定した。おおむね圧縮強度の影響する傾向が得られたが、次年度に再度実験を行い、強度に及ぼす影響をより示した。

(3) 水和熱によるポズラン反応の促進に関する実験

温度上昇を抑えることを目的として混合したフライアッシュが、セメントの水和熱によりポズラン反応が促進されかを課題に、温度、打設後の時間という点から検討した。結果、40 度以上の履歴を受けると実用レベルで比較的早期に強度が増大するが、最高温度が 70 度を超えるようになると強度増大が鈍化する可能性があることを確認した。

2012 年度

(1) 生コン温度、運搬、施工環境の実測

材料温度（セメント、骨材、水）および練混ぜ直後の生コン温度を①立地、②設備、③地域の異なる複数のプラントで測定した。温度推定式の実験定数 β の精度を高いものとして示した。また、運搬時の温度上昇には、気温、日射、時間が影響するため、ドラム色の異なるミキサー車を用いて、気温、日射量の測定と併せて、ドラム内のコンクリートの温度を測定した。これまでの実験結果と併せて、温度推定式の運搬による影響に関係する係数 α の精度向上を図った。一方で、日射の影響を直接取り入れた温度変化の推定方法（シミュレーション）を示した。

(2) 暑中コンクリート工事適用期間

温暖化傾向を反映して、暑中コンクリート工事適用期間が長くなっていることを示し、特に計画や入札段階において重要となる、適用期間を推定する際に用いられる平年値よりも直近数年の統計値を用いた方が誤差を小さくできることを示した。

(3) 水和熱によるポズラン反応の促進に関する実験

温度上昇を抑えることを目的として混合したフライアッシュが、セメントの水和熱によりポズラン反応が促進されたかを課題に、温度、打設後の時間という点から検討した。結果、40 度以上の履歴を受けると実用レベルで比較的早期に強度が増大するが、最高温度が 70 度を超えるようになると強度増大が鈍化する可能性があること、初期に強度増進が認められた試験体は長期的な強度増大がなかったことを実験的に確認した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計28件)

- 1) 小山田英弘、小山智幸、伊藤是清、原田志津男、温暖化環境下における生コンクリートの温度管理、コンクリート工学、査読有、第51巻・5号、2013、pp. 436-441
ISSN 0387-1061
- 2) 松本侑也、小山智幸、小山田英弘、暑中コンクリート工場の適用期間に関する考察、日本建築学会研究報告九州支部、第52号・1、2013、pp. 173-176
- 3) 米谷裕希、小山智幸、小山田英弘、伊藤是清、原田志津男、黒田泰弘、新大軌、暑中コンクリートの温度推定式に関する研究 推定式中の α 、 θ_r に及ぼす日射の影響、日本建築学会研究報告九州支部、第52号・1、2013、pp. 177-180
- 4) 米谷裕希、小山智幸、小山田英弘、伊藤是清、大川裕、新大軌、暑中コンクリートの運搬中の温度上昇に関する研究 その8 運搬時における簡易な温度解析手法の検討、日本建築学会研究報告九州支部、第52号・1、2013、pp. 181-184
- 5) 中島草太、小山智幸、湯浅昇、伊藤是清、原田志津男、小山田英弘、高巢幸二、大谷俊浩、松本侑也、暑中環境で施工される構造体コンクリートの品質管理に関する研究 その4 柱試験体の温度性状、日本建築学会研究報告九州支部、第52号・1、2013、pp. 193-196
- 6) 小山智幸、湯浅昇、伊藤是清、小山田英弘、白川敏夫、陶山裕樹、石橋宏一郎、松本侑也、中島草太、暑中環境で施工される構造体コンクリートの品質管理に関する研究 その6 柱試験体の強度性状、日本建築学会研究報告九州支部、第52号・1、2013、pp. 201-204
- 7) 小山智幸、小山田英弘、暑中コンクリートの現状と対策、コンクリート工学、査読有、第50巻・3号、2012、pp. 239-244
ISSN 0387-1061
- 8) 小山智幸、小山田英弘、温暖化環境下におけるコンクリート品質の確保、コンクリートテクノ、第31巻・4号、2012、pp. 58-63
ISSN 1346-1826
- 9) 松本侑也、小山智幸、小山田英弘、日本における近年の暑中環境の気候特性に関する考察、都市・建築学研究、九州大学大学院人間環境学研究院紀要、第22号、査読有、2012、PP. 155-160
ISSN: 1346-5325
- 10) 米谷裕希、小山智幸、小山田英弘、伊藤是清、原田志津男、黒田泰弘、暑中環境下で製造されるコンクリートの温度推定式に関する研究 一推定式中の係数 β に影響を及ぼす要因一、都市・建築学研究、九州大学大学院人間環境学研究院紀要、第22号、査読有、2012、PP. 161-166
ISSN: 1346-5325
- 11) 中島草太、小山智幸、湯浅昇、小山田英弘、Victor Sampebulu、原田志津男、伊藤是清、陶山裕樹、松本侑也、暑中環境下で施工される構造体コンクリートの品質管理に関する研究 一強度発現に及ぼす温度と水分の影響について一、都市・建築学研究、九州大学大学院人間環境学研究院紀要、第22号、査読有、2012、PP. 167-174
ISSN: 1346-5325
- 12) 小山田英弘、小山智幸、湯浅昇、Sampebulu Victor、原田志津男、伊藤是清、陶山裕樹、暑中環境で施工される構造体コンクリートの品質管理に関する研究 その1 研究の概要、日本建築学会大会学術講演梗概集、材料施工、2012、pp. 663-664
ISSN 1883-9363
- 13) 中島草太、小山智幸、湯浅昇、小山田英弘、Sampebulu Victor、原田志津男、伊藤是清、松本侑也、暑中環境で施工される構造体コンクリートの品質管理に関する研究 その2 柱試験体の強度性状、日本建築学会大会学術講演梗概集、材料施工、2012、pp. 665-666
ISSN 1883-9363
- 14) 松本侑也、小山智幸、小山田英弘、暑中コンクリートの温度推定式に関する研究 推定式中の係数 β に関する実機実験3、日本建築学会大会学術講演梗概集、材料施工、2012、pp. 667-668
ISSN 1883-9363
- 15) 米谷裕希、小山智幸、小山田英弘、伊藤是清、原田志津男、黒田泰弘、暑中環境で施工される構造体コンクリートの品質管理に関する研究 その1 研究の概要、日本建築学会大会学術講演梗概集、材料施工、2012、pp. 669-670
ISSN 1883-9363
- 16) 大川裕、小山智幸、小山田英弘、松本侑也、暑中コンクリートの温度推定式に関する研究 推定式中の α 、 θ_r に及ぼす日射の影響、日本建築学会大会学術講演梗概集、材料施工、2012、pp. 673-674
ISSN 1883-9363
- 17) 松本侑也、小山智幸、小山田英弘、近年の暑中環境の気候特性に関する考察、日本建築学会研究報告九州支部、第51号・1、2012、pp. 169-172
- 18) 米谷裕希、小山智幸、小山田英弘、伊藤是清、原田志津男、黒田泰弘、暑中コンクリートの運搬中の温度上昇に関する研究 その5 温度推定式における係数 β の検討2、日本建築学会研究報告九州支部、第51号・1、2012、pp. 173-176

- 19) 大川裕、小山智幸、小山田英弘、伊藤是清、暑中コンクリートの運搬中の温度上昇に関する研究 その6 温度推定式における α 、 θ_r に及ぼす日射の影響2、日本建築学会研究報告 九州支部、第51号・1、2012、pp.177-180
- 20) 小山智幸、湯浅昇、小山田英弘、Victor Sampebulu、原田志津男、伊藤是清、陶山裕樹、暑中環境で施工される構造体コンクリートの品質管理に関する研究 その1 研究の概要、日本建築学会研究報告 九州支部、第51号・1、2012、pp.181-184
- 21) 中島草太、小山智幸、湯浅昇、小山田英弘、Victor Sampebulu、原田志津男、伊藤是清、松本侑也、暑中環境で施工される構造体コンクリートの品質管理に関する研究 その2 柱試験体の強度性状、日本建築学会研究報告 九州支部、第51号・1、2012、pp.185-188
- 22) 松本侑也、小山智幸、小山田英弘、原田志津男、伊藤是清、陶山裕樹、暑中コンクリート工事における品質管理に関する研究 -実大柱および壁試験体による検討-、都市・建築学研究、九州大学大学院人間環境学研究院紀要、第20号、査読有、2011、pp.129-138
ISSN: 1346-5325
- 23) 原田志津男、小山智幸、小山田英弘、伊藤是清、陶山裕樹、暑中コンクリート工事における品質管理に関する研究 実大柱試験体による検討3(長期強度および耐久性)、日本建築学会大会学術講演梗概集、材料施工、2011、pp.807-808
ISSN 1883-9363
- 24) 小山智幸、小山田英弘、伊藤是清、黒田泰弘、暑中コンクリートの温度推定式に関する研究 推定式中の係数 β に関する実機実験3、日本建築学会大会学術講演梗概集、材料施工 2011、pp.815-816
ISSN 1883-9363
- 25) 松本侑也、小山智幸、小山田英弘、原田志津男、伊藤是清、陶山裕樹、暑中期に打設される重要構造物マスコンクリートに関する研究 その3 長期強度、日本建築学会大会学術講演梗概集、材料施工、2011、pp.817-818
ISSN 1883-9363
- 26) 松本侑也、小山智幸、小山田英弘、伊藤是清、暑中期に打設される重要構造物マスコンクリートに関する研究 その2 長期強度日本建築学会研究報告、九州支部、第50号・1、2011、pp.1-4
- 27) 小山智幸、小山田英弘、伊藤是清、松本侑也、暑中期に打設される重要構造物マスコンクリートに関する研究 その3 中性化性状、日本建築学会研究報告 九州支部、第50号・1、2011、pp.5-8
- 28) 原田志津男、小山智幸、小山田英弘、伊藤是清、暑中期コンクリート工事における品質管理に関する研究 実大柱試験体による検討3(長期強度および耐久性)、日本建築学会研究報告 九州支部、第50号・1、2011、pp.9-12
- [学会発表] (計21件)
- 1) 松本侑也、小山智幸、小山田英弘、暑中コンクリート工事の適用期間に関する考察、日本建築学会 九州支部研究報告会、2013年3月3日、大分大学
- 2) 米谷裕希、小山智幸、小山田英弘、伊藤是清、原田志津男、黒田泰弘、新大軌、暑中コンクリートの温度推定式に関する研究 推定式中の α 、 θ_r に及ぼす日射の影響、日本建築学会 九州支部研究報告会、2013年3月3日、大分大学
- 3) 米谷裕希、小山智幸、小山田英弘、伊藤是清、大川裕、新大軌 暑中コンクリートの運搬中の温度上昇に関する研究 その8 運搬時における簡易な温度解析手法の検討、日本建築学会 九州支部研究報告会、2013年3月3日、大分大学
- 4) 中島草太、小山智幸、湯浅昇、伊藤是清、原田志津男、小山田英弘、高巢幸二、大谷俊浩、松本侑也、暑中環境で施工される構造体コンクリートの品質管理に関する研究 その4 柱試験体の温度性状、日本建築学会 九州支部研究報告会、2013年3月3日、大分大学
- 5) 小山智幸、湯浅昇、伊藤是清、小山田英弘、白川敏夫、陶山裕樹、石橋宏一郎、松本侑也、中島草太、暑中環境で施工される構造体コンクリートの品質管理に関する研究 その6 柱試験体の強度性状、日本建築学会 九州支部研究報告会、2013年3月3日、大分大学
- 6) 小山田英弘、小山智幸、湯浅昇、Sampebulu Victor、原田志津男、伊藤是清、陶山裕樹、暑中環境で施工される構造体コンクリートの品質管理に関する研究 その1 研究の概要、日本建築学会大会、2012年9月14日、名古屋大学
- 7) 中島草太、小山智幸、湯浅昇、小山田英弘、Sampebulu Victor、原田志津男、伊藤是清、松本侑也、暑中環境で施工される構造体コンクリートの品質管理に関する研究 その2 柱試験体の強度性状、日本建築学会大会、2012年9月14日、名古屋大学
- 8) 松本侑也、小山智幸、小山田英弘、暑中コンクリートの温度推定式に関する研究 推定式中の係数 β に関する実機実験3、日本建築学会大会、2012年9月14日、名古屋大学
- 9) 米谷裕希、小山智幸、小山田英弘、伊藤

- 是清、原田志津男、黒田泰弘、暑中環境で施工される構造体コンクリートの品質管理に関する研究 その1 研究の概要、日本建築学会大会、2012年9月14日、名古屋大学
- 10) 大川裕、小山智幸、小山田英弘、松本侑也、暑中コンクリートの温度推定式に関する研究 推定式中の α 、 θ_r に及ぼす日射の影響、日本建築学会大会、2012年9月14日、名古屋大学
- 11) 松本侑也、小山智幸、小山田英弘、近年の暑中環境の気候特性に関する考察、日本建築学会九州支部研究報告会、2012年3月4日、西日本工業大学
- 12) 米谷裕希、小山智幸、小山田英弘、伊藤是清、原田志津男、黒田泰弘、暑中コンクリートの運搬中の温度上昇に関する研究、その5 温度推定式における係数 β の検討2、日本建築学会九州支部研究報告会、2012年3月4日、西日本工業大学
- 13) 大川裕、小山智幸、小山田英弘、伊藤是清、暑中コンクリートの運搬中の温度上昇に関する研究 その6 温度推定式における α 、 θ_r に及ぼす日射の影響2、日本建築学会九州支部研究報告会、2012年3月4日、西日本工業大学
- 14) 小山智幸、湯浅昇、小山田英弘、Victor Sampebulu、原田志津男、伊藤是清、陶山裕樹、暑中環境で施工される構造体コンクリートの品質管理に関する研究、その1 研究の概要、日本建築学会九州支部研究報告会、2012年3月4日、西日本工業大学
- 15) 中島草太、小山智幸、湯浅昇、小山田英弘、Victor Sampebulu、原田志津男、伊藤是清、松本侑也、暑中環境で施工される構造体コンクリートの品質管理に関する研究 その2 柱試験体の強度性状、日本建築学会九州支部研究報告会、2012年3月4日、西日本工業大学
- 16) 原田志津男、小山智幸、小山田英弘、伊藤是清、陶山裕樹、暑中コンクリート工事における品質管理に関する研究 実大柱試験体による検討3(長期強度および耐久性)、日本建築学会大会、2011年8月25日、早稲田大学
- 17) 小山智幸、小山田英弘、伊藤是清、黒田泰弘、暑中コンクリートの温度推定式に関する研究 推定式中の係数 β に関する実機実験3、日本建築学会大会、2011年8月25日、早稲田大学
- 18) 松本侑也、小山智幸、小山田英弘、原田志津男、伊藤是清、陶山裕樹、暑中期に打設される重要構造物マスコンクリートに関する研究 その3 長期強度、日本建築学会大会、2011年8月25日、早稲田大学

- 19) 松本侑也、小山智幸、小山田英弘、伊藤是清、暑中期に打設される重要構造物マスコンクリートに関する研究 その2 長期強度、日本建築学会九州支部研究発表会、2011年3月6日、鹿児島大学
- 20) 小山智幸、小山田英弘、伊藤是清、松本侑也、暑中期に打設される重要構造物マスコンクリートに関する研究 その3 中性化性状、日本建築学会九州支部研究発表会、2011年3月6日、鹿児島大学
- 21) 原田志津男、小山智幸、小山田英弘、伊藤是清、暑中期コンクリート工事における品質管理に関する研究 実大柱試験体による検討3(長期強度および耐久性)、日本建築学会九州支部研究発表会、2011年3月6日、鹿児島大学

〔図書〕(計 0件)

〔産業財産権〕

○出願状況(計 0件)

○取得状況(計 0件)

〔その他〕

ホームページ等

なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

小山田 英弘 (KOYAMADA HIDHIRO)

北九州市立大学・国際環境工学部・准教授
研究者番号：80233625

(2) 研究分担者

小山 智幸 (KOYAMA TOMOYUKI)

九州大学・大学院人間環境学研究院・准教授

研究者番号：50215430

伊藤 是清 (ITOU KOREKIYO)

東海大学・産業工学部

研究者番号：50380663