

## 様式C-19

# 科学研究費補助金研究成果報告書

平成 21 年 5 月 29 日現在

研究種目：若手研究（B）  
 研究期間：2007～2008  
 課題番号：19760382  
 研究課題名（和文）：コンクリートの調合と  
 床下地の上面仕上げ作業のしやすさの関係の提示  
 研究課題名（英文）：Relation Between Mix Proportion of Concrete  
 and Workability for Floor Groundwork  
 研究代表者  
 横井 健（YOKOI TAKESHI）  
 東海大学・工学部・講師  
 研究者番号：00401547

研究成果の概要：近年のコンクリートは、高層建築や複雑な形状に対応するため様々な調合の工夫がなされ、柱などに用いられている。ここで、床にはこのようなコンクリートを用いる必要は本来ないが、変更は管理上煩雑なため同一のものを用いる場合が多い。一方、床は職人が手作業で上面を仕上げるが、近年のコンクリートには作業が非常にしにくいものが多く、凹凸などの不具合が頻発している。本研究は、調合と作業のしやすさの関係を提示し、品質の良い床下地施工に寄与するものである。

交付額

（金額単位：円）

|         | 直接経費      | 間接経費    | 合計        |
|---------|-----------|---------|-----------|
| 2007 年度 | 1,800,000 | 0       | 1,800,000 |
| 2008 年度 | 1,400,000 | 420,000 | 1,820,000 |
| 年度      |           |         |           |
| 年度      |           |         |           |
| 年度      |           |         |           |
| 総計      | 3,200,000 | 420,000 | 3,620,000 |

研究分野：工学

科研費の分科・細目：建築学・建築構造・材料

キーワード：コンクリート，調合，上面仕上げ作業，しやすさ，品質，施工，管理

### 1. 研究開始当初の背景

床下地の表層部品質には施工の過程で行う上面仕上げ作業の良否が大きく影響するが、高強度、高流動コンクリートなどのなかには比較的上面仕上げ作業がしにくいものが多いため、表層部品質の劣悪な床下地が多数出現していた。これらの床下地では、高い性能を有する仕上げ材を選択しても施工後に所期の性能が得られず問題となる場合が多々あった。このような問題を未然に防ぐためには、強度、流動性が適切であることに加え、上面仕上げ作業のしやすさも考慮してコンクリートを選定する必要があ

る。このような観点から、研究代表者らは、これまでに、上面仕上げ作業のしやすさを表す物理量 $FI$ を設定するとともに、 $FI$ と完成後の床下地の凹凸などとの関係を提示していた。ただし、 $FI$ を調合から予測することは、現時点では非常に困難である。

### 2. 研究の目的

本研究では、近年用いられている様々なコンクリートの調合ごとに $FI$ を求め、データベースとして蓄積することを目的とする。さらに、 $FI$ の変化には調合のどのよう

な要因が大きく影響するかを考察し、上面仕上げ作業がしやすく、かつ強度、流動性の観点からも優れたコンクリートを得ることができる調査を模索、提示する。

### 3. 研究の方法

以下に、本研究の方法を示す。

- ① 建築物施工現場で実際に用いられた実績のあるコンクリートの調査を調査する。調査結果より、強度ごとに、使用頻度の高い流動性の範囲や調査計画の傾向などを分析する。
- ② ①の調査、分析結果より、傾向の中心付近に位置付けられる代表的な調査のコンクリートを試料として選定する。
- ③ ②で選定した試料コンクリートを混練し、上面仕上げ作業のしやすさを表す物理量 $FI$ を測定する。
- ④ ③の測定結果をまとめ、各試料コンクリートの調査と $FI$ の関係をデータベースとして蓄積するとともに、近年用いられている様々なコンクリートの上面仕上げ作業のしやすさの程度の実状を把握する。
- ⑤ ④の結果より、 $FI$ と水セメント比、単位水量、混和剤種類及び添加率などの関係を分析し、 $FI$ に与える影響が大きいと考えられる調査要因を抽出する。
- ⑥ ⑤の分析結果に基づいてコンクリートの調査を選定し、試料として設定する。具体的には、同一水セメント比のコンクリートのうち、主に⑤で抽出した要因のなかのある1種のみが種々異なる調査のものを、試料として設定する。その際、①の調査した実際に施工された実績のある調査のコンクリートのなかから選定することを基本とするが、試料群が不足する場合は、独自に調査を適宜設定する。
- ⑦ ⑥で設定した試料コンクリートを混練し、 $FI$ を測定する。
- ⑧ ⑦の測定結果をまとめ、各試料コンクリートの調査と $FI$ の関係をデータベースに追加するとともに、⑤で抽出した調査要因と $FI$ の関係を考察する。
- ⑨ ⑧の考察結果より、上面仕上げ作業がしやすく、かつ強度、流動性の観点か

らも優れたコンクリートを得ることができる調査を模索、提示する。

### 4. 研究の成果

#### (1) 研究の主な成果

##### ① コンクリートの調査の調査

建築物施工現場で実際に用いられた実績のある350余のコンクリートの調査を入手し、データベース化した。

また、調査を分析し、強度、流動性の組み合わせごとに、最も一般的と思われる調査(以降、“標準調査”と記す)を選出した。加えて、上面仕上げ作業のしやすさに大きく影響すると考えられる要因として、「水セメント比」、「スランプフロー」、「混和剤の種類および単位水量、混和剤添加率のバランス」、「セメント種類」を抽出した。

さらに、上述の観点から $FI$ との関係を検討する試料とするべく、60種のコンクリートを選定し、 $FI$ を測定し結果をデータベースに追加した。

##### ② 水セメント比と上面仕上げ作業のしやすさの関係の検討

図1に、標準調査のコンクリートでの $FI$ と水セメント比の関係を示す。

図より、水セメント比が30%程度以上の試料では $FI$ は8程度以下であり、大きいものでも「⑤ やや作業しにくい」程度であるが、水セメント比が30%程度より小さい場合は、極端に $FI$ が大きくなる場合があることがわかる。なお、この原因としては、混練する水が極端に少ないため上面仕上げ作業時にペースト分が不足することが原因と考えられた。

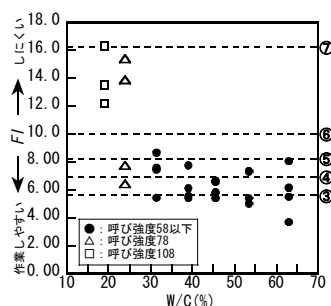


図1 標準調査の $FI$ と水セメント比の関係

##### ③ スランプフローと上面仕上げ作業のしやすさの関係の検討

図2に、標準調合のコンクリートでのFIとスランプフローの関係を示す。

図より、スランプフロー40cm程度が最もFIが小さくなり、それより小さくても大きくてもFIが大きくなる傾向がうかがえる。ここで、スランプフローが小さいコンクリートでFIが大きくなるのは、コンクリートがかたいため、かき動かしやすさおよび粗骨材の沈めやすさが悪評価となるためと考えられた。一方、スランプフローが大きいコンクリートでFIが大きくなるのは、粘性が高くやわらかいため、粘りつきおよび荷重をかけた際の周囲の変形が悪評価となるためと考えられた。

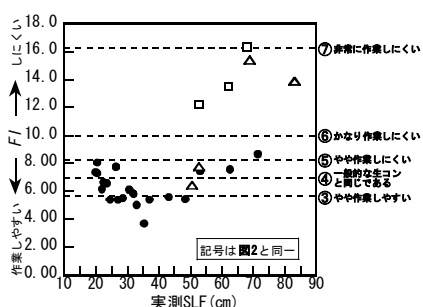


図2 標準調合のFIとスランプフローの関係

#### ④ 混和剤の種類および単位水量，混和剤添加率のバランスの影響の検討

標準調合のコンクリートのFIと、標準調合から混和剤の種類および単位水量，混和剤添加率のバランスを種々変えた調合のコンクリートのFIを比較した。

その結果、混和剤の種類は、FIに大きくは影響しないことがわかった。

また、単位水量が155kg/m<sup>3</sup>程度以上ではFIは単位水量によりほとんど変化しないが、155kg/m<sup>3</sup>程度より小さくなるにつれてFIが大きくなり、特に150kg/m<sup>3</sup>程度以下になると極端にFIが大きくなることわかった。この原因として、水が少なくなった分の流動性の減少を補うために混和剤添加率を増やしたことにより、粘性が増大したためと考えられた。

#### ⑤ セメント種類の影響の検討

ポルトランドセメントを用いている標準調合のコンクリートのFIと、高炉セメントB種を用いた調合のコンクリートのFIを比較した。図3に結果を示す。

図より、高炉セメントB種を用いた場合、FIが大きくなる傾向がうかがえた。この原因として、高炉スラグ微粉末の影響で粘性が増大したことが考えられた。

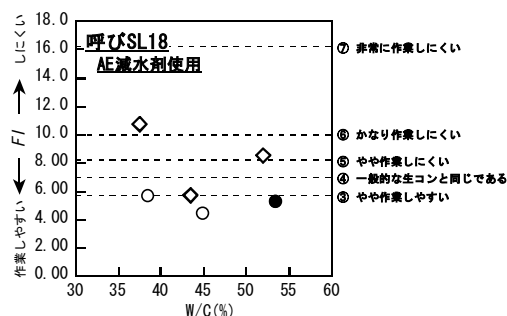


図3 異なるセメントによるFIの差

#### ⑥ 検討に用いたコンクリートを施工した床下地の表層部品質の測定

上述の検討に用いたコンクリートを、FIを測定した後に、床下地試験体として施工した。試験体は、厚さを構造スラブで標準の150mmとし、大きさは300mm角とした。なお、同じコンクリートごとに、施工条件の良否を変化させて3種の試験体を作製した。

所定の養生を施した後に表面強度，水分量，吸水性を測定し、FIから推定される凹凸とあわせてデータベースに追加した。さらに、測定を行っていない調合についても、測定を行った範囲からFIなどを推定した。

#### ⑦ データベースの整理および施工に適した調合の合理的選定手法の提案

構造体として要求される強度および施工時に必要な流動性、確保できる施工条件、床下地に要求される凹凸，表面強度，水分量，吸水性を選択することにより、最も上面仕上げ作業がしやすい調合が自動的に抽出できるよう、データベースを整理した。このような手法を、性能の時代におけるコンクリート調合の合理的選定手法として提案した。

#### (2) 得られた成果の国内外における位置づけとインパクト

従来、国内外を問わず、コンクリートの受発注方式は、施工管理担当者にとっての管理のしやすさに大きく影響する強度と流動性のみ頼っている。これは、上面仕上げ作業担当者の負担や、完成後の品質を無視したものであり、性能の時代における施工指針としては不適切であるといえる。

本研究の成果は、管理のしやすさを担保したまま、より作業しやすく品質を向上させられるコンクリートの調合を選択できる枠組みを提示したものであり、非常に有用

性の高いものであると位置づけることができる。

また、後述する5. [学会発表] ⑦に示した講演会において、本研究で示したデータベースの一部を発表したところ、高い評価を得ることができ、本データベースの有用性を再確認できた。

### (3) 今後の展望

今後は、調査からFIを推定する方法を検討し、目まぐるしく変化する調査手法に対応してゆく予定である。

一方、種々の仕上げ構法が要求する床下地の表層部品質に関しても整理し、性能の観点からのより高度な合理的調査選定手法を提案することを考えている

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 2 件)

- ① 横山 裕, 西谷 伸介, 松下 仁士, 横井 健, 張り床, 塗り床を対象としたローリングロード試験および熱衝撃試験に基づく検討, コンクリート床下地の施工労力と床の品質および保全労力に関する実験的研究(その2)、日本建築学会構造系論文集、第624号、pp. 203-209、2008年2月、査読有り
- ② 横山 裕, 金 兜鎬, 横井 健, 崔 寿旻、SL材の不具合の予測方法の枠組みの提示, SL材の不具合からみたコンクリート床下地の表層部品質の評価方法(その3)、日本建築学会構造系論文集、第616号、pp. 17-24、2007年6月、査読有り

[学会発表] (計 9 件)

- ① 横山 裕, 森 裕克, 横井 健, 八木 豊、コンクリートの調合と上面仕上げ作業のしやすさの関係, その1 実験概要、日本建築学会大会、2008年9月19日、広島大学
- ② 横山 裕, 森 裕克, 横井 健、コンクリートの調合と上面仕上げ作業のしやすさの関係, その2 実験結果および考察、日本建築学会大会、2008年9月19日、広島大学
- ③ 横井 健, 横山 裕, 脇坂利宏, 富田 洗, 森 裕克、床下地の表層部品質とコンク

リートの特性および施工条件の関係に関する現場測定結果に基づく考察、日本建築学会大会、2008年9月19日、広島大学

- ④ 横井 健, 吉岡翔一, 横山 裕、施工条件による床下地の表層部品質の変化, 表面強度, 水分量, 吸水性を対象とした基礎的検討、日本建築学会大会、2008年9月19日、広島大学
- ⑤ 横山 裕, 富田 洗, 横井 健, 吉田 泰、コンクリートの調合, 特性および施工条件と床下地の表層部品質の関係, その1 実験概要および水分計指示値に関する検討、日本建築学会大会、2008年9月19日、広島大学
- ⑥ 横山 裕, 富田 洗, 横井 健, 吉田 泰、コンクリートの調合, 特性および施工条件と床下地の表層部品質の関係, その2 引っかけ傷幅および水位低下量に関する検討、日本建築学会大会、2008年9月19日、広島大学
- ⑦ 横山 裕, 横井 健、要求品質に応じたコンクリートと施工方法の選定, 床下地表層部品質のグレードの活用に向けて、日本床施工技術研究協議会講演会、2008年6月24日、東京工業大学
- ⑧ 横山 裕, 松下仁士, 横井 健, 富田 洗、コンクリート床下地の表層部品質と塗り床の耐久性および保全労力に関する実験的研究, その1 実験概要、日本建築学会大会、2007年8月31日、福岡大学
- ⑨ 横山 裕, 松下仁士, 横井 健, 富田 洗、コンクリート床下地の表層部品質と塗り床の耐久性および保全労力に関する実験的研究, その2 実験結果および考察、日本建築学会大会、2007年8月31日、福岡大学

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

横井 健 (YOKOI TAKESHI)  
東海大学・工学部・講師  
研究者番号: 00401547

### (2) 研究分担者

無し

### (3) 連携研究者

無し