

# 建築研究資料

*Building Research Data*

No. 168

March 2016

---

---

## 型わくの取り外しに関する管理基準の検討

Examination of the management standards concerning removal of concrete forms

棚野博之・鹿毛忠継・宮内博之・土屋直子

榊田佳寛・中田善久・大塚秀三・佐藤幸恵・野口貴文

吉岡昌洋・蓮尾孝一・唐沢智之・河野政典・高橋祐一・安田正雪

Hiroyuki Tanano, Tadatsugu Kage, Hiroyuki Miyauchi, Naoko Tsuchiya

Yoshihiro Masuda, Yoshihisa Nakata, Shuzo Ootsuka, Sachie Sato, Takafumi Noguchi

Masahiro Yoshioka, Koichi Hasuo, Tomoyuki Karasawa, Masanori Kono

Yuichi Takahashi, Masayuki Yasuda

---

---

国立研究開発法人 建築研究所

Published by

Building Research Institute

National Research and Development Agency, Japan

## はしがき

建築基準法施行令第 74 条（コンクリートの強度）、第 76 条（型わく及び支柱の除去）及び関連告示では、設計基準強度との関係において安全上必要なコンクリート強度を求める場合（昭和 56 年建設省告示第 1102 号）ならびに現場打コンクリートの型わくの取りはずしを行う場合（昭和 46 年建設省告示第 110 号）には、試験体の圧縮試験等により、一定以上の強度が発現していることを確認するよう定められています。

一方、学術団体や民間企業等ではコンクリートの強度管理の方法については、積算温度を用いた強度推定手法等、圧縮試験によらない方法による、より合理的な品質管理・検査方法も検討されています。また、近年のコンクリートへの要求性能の多様化に伴い、これまで建築物への使用実績が少なかったセメント等のコンクリート用材料の積極的な活用が要望されています。

このような背景から、平成 26 年度に実施された国土交通省建築基準整備促進事業 S14「コンクリートの強度管理の基準に関する検討」において、コンクリートの設計基準強度と実強度との関係に関する検討、コンクリートの型わくの脱型におけるセメント種類に関する区分の見直し、積算温度などを用いた強度推定法を型わくの脱型に関する判定手法に用いることの必要性および実用性の検討、およびせき板の存置期間の相違がコンクリートの耐久性に及ぼす影響に関する検討、が行われました。

本資料は、同課題で採択された事業主体が（当時）独立行政法人建築研究所との共同研究で実施した調査・実験の結果、ならびに同課題終了後に実施した中・長期材齢の実験結果等を取りまとめた、鉄筋コンクリート造建築物におけるせき板の取り外しの管理を含む、構造体コンクリートや管理用供試体を用いた強度管理方法について、多くの模擬試験体等を用いて実験・調査・検討を行った貴重な研究資料です。

また、後半の第Ⅱ編では、本検討で有効性が確認された積算温度を用いてせき板を取り外す際の具体的な実施方法を管理要領（案）として提案しております。

今後、コンクリート工事におけるせき板の取り外しに係わる品質管理において、これらの研究結果が活用されることを期待します。

平成 28 年 3 月

国立研究開発法人建築研究所  
理事長 坂本雄三

## 型わくの取り外しに関する管理基準の検討

棚野博之<sup>1)</sup>、鹿毛忠継<sup>2)</sup>、宮内博之<sup>3)</sup>、土屋直子<sup>4)</sup>  
柘田佳寛<sup>5)</sup>、中田善久<sup>6)</sup>、大塚秀三<sup>7)</sup>、佐藤幸恵<sup>8)</sup>、野口貴文<sup>9)</sup>  
吉岡昌洋<sup>10)</sup>、蓮尾孝一<sup>11)</sup>、唐沢智之<sup>12)</sup>、河野政典<sup>13)</sup>、高橋祐一<sup>14)</sup>、安田正雪<sup>15)</sup>

### 概要

コンクリート工事におけるせき板の取り外す時期は、告示によってセメントの種類や気温等によって定められている。しかし、低発熱形のセメントが規定されていないことや、取り外し時期の判断の基準が、日数とコンクリートの強度だけであり、その他の方法が規定されていない。本報告は、せき板の取り外しに関する合理化と多様なコンクリートへの対応を目的として、第Ⅰ編では以下の調査および実験を行った結果を記す。

(1) 構造体コンクリート強度と標準養生、現場水中養生および現場封かん養生した管理用供試体の強度発現の比較検討

(2) 積算温度などを用いたコンクリート強度の推定手法および管理方法の検討

第Ⅱ編では、これらの調査および実験の結果を基に、コンクリートの温度の測定方法や積算温度の算出に必要な各種係数、判定基準などを含む、せき板の取り外しに係わる積算温度を用いた管理要領(案)を記す。

- 1) 建築研究所 材料研究グループ グループ長
- 2) 国土技術政策総合研究所建築研究部 建築品質研究官
- 3) 建築研究所 材料研究グループ 主任研究員
- 4) 建築研究所 材料研究グループ 研究員
- 5) 日本大学 理工学部建築学科 特任教授
- 6) 日本大学 理工学部建築学科 教授
- 7) ものづくり大学 技能工芸学部建設学科 准教授
- 8) 東京都市大学 工学部建築学科 准教授
- 9) 東京大学大学院 工学系研究科 教授
- 10) 長谷工コーポレーション 技術推進部門技術研究所第2研究開発室 チーフ
- 11) 三井住友建設 技術研究開発本部技術開発センター高機能材料グループグループ長
- 12) 鉄建建設 土木本部エンジニアリング部材料・構造研究開発グループグループリーダー
- 13) 奥村組 技術研究所建築研究課 上席研究員
- 14) 五洋建設 技術研究所建築技術開発部 担当課長
- 15) 東洋建設 土木事業本部総合技術研究所美浦研究所材料研究室 室長

## Examination of the management standards concerning removal of concrete forms

Hiroyuki Tanano<sup>\*1</sup>, Tadatsugu Kage<sup>\*2</sup>, Hiroyuki Miyauchi<sup>\*3</sup>, Naoko Tsuchiya<sup>\*4</sup>,  
Yoshihiro Masuda<sup>\*5</sup>, Yoshihisa Nakata<sup>\*6</sup>, Shuzo Ootsuka<sup>\*7</sup>, Sachie Sato<sup>\*8</sup>,  
Takafumi Noguchi<sup>\*9</sup>, Masahiro Yoshioka<sup>\*10</sup>, Koichi Hasuo<sup>\*11</sup>, Tomoyuki Karasawa<sup>\*12</sup>,  
Masanori Kono<sup>\*13</sup>, Yuichi Takahashi<sup>\*14</sup>, Masayuki Yasuda<sup>\*15</sup>

### Abstract

The acceptance time to remove forms in concrete work is determined by the public notice of Building Standard Act, and it depends on the varieties of the type of the cement, temperature and other parameters.

However, that public notice does not specify the low-heat Portland cement. Also, the criteria for judgment of stripping time of forms are depending on the condition of concrete curing time and its strength, therefore, we need to consider other parameters as a part of the public notice.

In this report, to accomplish rationalization for removal concrete forms and correspond to a variety of concrete, the following results of investigation and experiment are shown in Part I.

(1) Comparison of strength development between the structure concrete and the concrete test specimens after standard curing, field underwater curing or field sealed-curing conditions

(2) Prediction of concrete strength and management method based on the concrete maturity

Part II describes a draft management guideline using the maturity for removal of concrete forms on the basis of these investigation and experiment in Part I.

\*1 Director, Department of Building Materials and Components, Building Research Institute

\*2 Research Coordinator for Quality Control of Building, Building Department, National Institute for Land and Infrastructure Management

\*3 Senior Research Engineer, Department of Building Materials and Components, Building Research Institute

\*4 Research Engineer, Department of Building Materials and Components, Building Research Institute

\*5 Project Professor, Department of Architecture, College of Science and Technology, Nihon University

\*6 Professor, Department of Architecture, College of Science and Technology, Nihon University

\*7 Associate Professor, Department of Building Technologists, Monotsukuri Institute of Technologists

\*8 Associate Professor, Department of Architecture, Faculty of Engineering, Tokyo City University

\*9 Professor, Department of Architecture, Graduate School of Engineering, The University of Tokyo

\*10 Chief, Technical Research Institute, HASEKO Corporation

- \*11 Chief Researcher, Technical Research Institute, Technical & Engineering Service Division, SumitomoMitsui Construction
- \*12 Manager, Material Group, Research and Development Center, Construction Technology Center, TEKKEN CORPORATION
- \*13 Supervisor Research Engineer, Technical Research Institute, Okumura Corporation
- \*14 Manager, Building Construction Engineering R&D Division, Institute of Technology, Penta-Ocean Construction
- \*15 Section Chief, Materials Laboratory, Technical Research Institute, Toyo Construction

# 型わくの取り外しに関する管理基準の検討

## － 目次 －

### 第 I 編 コンクリートの強度管理の基準に関する研究

#### 1. 序論

1.1 はじめに .....	1
1.2 実施体制 .....	3

#### 2. 実験概要

2.1 実験概要 .....	4
2.1.1 検討項目および実験の要因と水準 .....	4
2.1.2 実験の実施場所及び実施時期 .....	5
2.2 コンクリートの種類 .....	6
2.2.1 コンクリートの使用材料 .....	7
2.2.2 コンクリートの調合 .....	13
2.2.3 フレッシュコンクリートの性状 .....	17
2.2.4 凝結時間と積算温度及び有効材齢の関係 .....	32
2.3 模擬部材および管理用供試体の概要 .....	39
2.3.1 模擬部材の種類およびコア供試体の採取方法 .....	39
2.3.2 管理用供試体の種類および養生方法 .....	42
2.4 試験項目および方法 .....	44
2.4.1 管理用供試体およびコア供試体の圧縮強度試験の概要 .....	44

#### 3. 実験結果および考察

3.1 コンクリートの設計基準強度と実強度との関係に関する検討 .....	46
3.2 型わくの取り外しにおけるセメントの種類に関する区分の見直し .....	73
3.2.1 せき板の存置期間によるコア供試体の強度発現の比較 .....	74
3.2.2 平均外気温と既定の圧縮強度を発現する材齢の関係 .....	85
3.3 積算温度などを用いた強度推定法を 型わくの取り外しに関する判定手法に用いることの実用性の検討 .....	102
3.3.1 各部材の温度履歴 .....	102
3.3.2 各部材における積算温度 .....	108
3.3.3 積算温度と圧縮強度の関係 .....	116
3.3.4 積算温度と圧縮強度比の関係 .....	119

3.3.5 有効材齢と圧縮強度の関係 .....	128
3.3.6 有効材齢による推定強度とコア強度の関係 .....	136
3.3.7 コンクリート表面温度履歴に基づく強度発現の推定 .....	143

## 4. まとめ

4.1 コンクリートの設計基準強度と実強度の関係について .....	225
4.2 コンクリートの型わくの取り外しにおけるセメント種類に関する区分について ....	229
4.3 積算温度などを用いた強度推定法を 型わくの取り外しに関する判定手法に用いることの実用性について .....	231
4.3.1 各測定対象および測定位置における積算温度の算出 .....	231
4.3.2 積算温度と圧縮強度または圧縮強度比の関係 .....	231
4.3.3 有効材齢と圧縮強度の関係 .....	231
4.4 型わくの取り外しに係わる関連法令について.....	232
4.4.1 コンクリートの型わくの取り外しに係わる基準 .....	232
4.4.2 履歴温度に基づく型わく及び支柱の取りはずしに係わる基準 .....	232

## 第Ⅱ編 せき板の取り外しに係わる積算温度を用いた管理要領(案)

1. 適用範囲 .....	234
2. 温度測定装置 .....	234
3. コンクリートの温度を基に推定した圧縮強度を用いたせき板の取り外しの検査 ....	235
4. コンクリートの温度の測定方法 .....	236
5. 報告 .....	237

## 付録資料

付 1. 試験結果および測定結果の一覧 .....	付 1-1
付 2. 実験実施状況(写真) .....	付 2-1

謝辞