

既存構造物のコンクリート強度調査法
「ソフトコアリング」

審査証明依頼者：株式会社 錢高組
前田建設工業株式会社
日本国土開発株式会社



2014年11月



建設技術審査証明協議会会員

一般財団法人日本建築センター

The Building Center of Japan

序

一般財団法人 日本建築センターでは、民間開発建設技術の技術審査・証明事業認定規程（昭和 62 年 7 月 28 日建設省告示第 1451 号）に基づき、建設大臣認定機関として「建築施工技術・技術審査証明事業」（平成 5 年 3 月 2 日建設省告示第 475 号）と「建築物等の保全技術・技術審査証明事業」（昭和 63 年 9 月 27 日建設省告示第 1887 号）の二つの審査証明事業を実施してまいりました。

現在では、建設省告示第 1451 号が廃止（平成 13 年 1 月 6 日付）されたことに伴い、これまで建設大臣認定機関として審査証明事業を実施していた 14 機関で設立（平成 13 年 1 月 10 日付）した「建設技術審査証明協議会」会員として、審査証明事業「建設技術審査証明事業（建築技術）」を実施しております。

この審査証明事業は、建築物等に用いられる建築技術全般に関し、民間で開発された様々な新しい技術について審査・証明を行うことにより、民間における研究開発の促進とそれらの新技術を、建設事業に適正かつ迅速に導入することを図り、建設技術の水準の向上に寄与しようとする目的で実施するものです。

このたび、既存構造物のコンクリート強度調査法「ソフトコアリング」に関し、「建設技術審査証明事業（建築技術）」への審査証明の依頼があり、対象技術に関し、専門知識を有する学識経験者等からなる『建築技術（各種技術）審査委員会』（委員長 友澤史紀 東京大学名誉教授）及び同委員会の下に『ソフトコアリング専門委員会』（委員長 早川光敬 東京工芸大学工学部建築学科教授）を設置し、技術審査を行いました。

本報告書は、既存構造物のコンクリート強度調査法「ソフトコアリング」に関する審査証明の内容を広く関係機関の方々に活用して頂けるよう、広報のために作成致しました。ご活用頂ければ幸いに存じます。

一般財団法人 日本建築センター



BCJ-審査証明-73

建設技術審査証明書(建築技術)

技術名称:既存構造物のコンクリート強度調査法
「ソフトコアリング」

標記技術の内容について依頼者より提出された開発の趣旨及び開発の目標に基づき証明するものである。

(開発の趣旨)

構造物の調査・診断において、非破壊試験の簡便さと破壊試験の正確さを併せ持つ方法により構造体コンクリート強度を調査し、構造物の損傷を軽微にとどめ、柱・梁などの主要構造部材から正確な強度情報を得て、保全・改修工事の品質向上に寄与することを目的として開発した。

(開発の目標)

- (1) 所定のサンプリング方法で採取した直径 20 mm 程度の小径コア供試体の圧縮強度から、実験式を用いて補正することにより、従来の直径 100 mm のコア供試体圧縮強度による推定法と同程度の精度で、構造物の構造体コンクリート強度を推定できること。
- (2) 構造物から直径 20 mm 程度の小径コア供試体を採取することにより、従来の直径 100 mm のコア供試体に比べて構造物の損傷を軽微にすることができ、柱・梁の構造体コンクリート強度を直接的に調査できること。

一般財団法人日本建築センターの建設技術審査証明事業(建築技術)業務規程及び約款に基づき、依頼のあった既存構造物のコンクリート強度調査法「ソフトコアリング」の技術内容について下記のとおり証明する。

2005 年 4 月 27 日
2010 年 4 月 27 日 (更新)
2014 年 11 月 18 日 (更新)

建設技術審査証明協会会員
一般財団法人日本建築センター
The Building Center of Japan
理事長 松野 仁

記

1. 審査証明結果

本技術について、前記の開発の趣旨、開発の目標に照らして審査した結果は、以下のとおりである。

- (1) 所定のサンプリング方法で採取した直径 20 mm 程度の小径コア供試体の圧縮強度から、実験式を用いて補正することにより、従来の直径 100 mm のコア供試体圧縮強度による推定法と同程度の精度で、構造物の構造体コンクリート強度を推定できるものと判断される。
- (2) 構造物から直径 20 mm 程度の小径コア供試体を採取することにより、従来の直径 100 mm のコア供試体に比べて構造物の損傷を軽微にすることができ、柱・梁の構造体コンクリート強度を直接的に調査できるものと判断される。

2. 審査証明の前提

本審査証明は、依頼者から提出された資料等には事実に反する記載がなく、依頼者の責任において適正に設計・施工・品質管理等が行われることを前提に、依頼者から提出された資料に基づいて行われたものである。

3. 審査証明の範囲

審査証明は、依頼者より提出された開発の趣旨及び開発の目標に対して、設定された確認方法により確認した範囲とする。なお、個々の工事等の実施過程及び実施結果の適切性は審査証明の範囲に含まれない。

4. 審査証明の詳細(別添)

この審査証明技術を個々の工事等へ適用する際は、別添内容に従うこと。

5. 審査証明の有効期限 2020 年 4 月 26 日

6. 審査証明の依頼者

株式会社 銭高組
前田建設工業株式会社
日本国土開発株式会社

住所 大阪府大阪市西区西本町二丁目 2 番 11 号
住所 東京都千代田区富士見二丁目 10 番 2 号
住所 東京都港区赤坂四丁目 9 番 9 号

建築技術（各種技術）審査委員会 委員名簿

（敬称略、順不同）

委員長	友澤 史紀	東京大学名誉教授
副委員長	田中 享二	東京工業大学名誉教授
委員	大橋 好光	東京都市大学工学部建築学科教授
	鎌田 元康	東京大学名誉教授
	橘高 義典	首都大学東京大学院都市環境科学研究科建築学域教授
	野口 貴文	東京大学大学院工学系研究科建築学専攻教授
	早川 光敬	東京工芸大学工学部建築学科教授
	本橋 健司	芝浦工業大学工学部建築工学科教授

（2014年11月）

ソフトコアリング専門委員会 委員名簿

（敬称略、順不同）

委員長	早川 光敬	東京工芸大学工学部建築学科教授
委員	橘高 義典	首都大学東京大学院都市環境科学研究科建築学域教授

（2014年11月）

（参考）

ソフトコアリング専門委員会 委員名簿

（敬称略、順不同）

委員長	橘高 義典	首都大学東京大学院都市環境科学研究科建築学域教授
委員	野村 設郎	東京理科大学名誉教授

（2010年4月当時）

目 次

I. 概 要

1. 審査証明対象技術	1
2. 開発の趣旨	1
3. 開発の目標	1
4. 審査証明の方法	1
5. 審査証明の前提	2
6. 審査証明の範囲	2
7. 審査証明結果	2
8. 留意事項及び付言	2
9. 審査証明経緯	2

II. 審査証明の詳細

1. 所定のサンプリング方法で採取した直径 20 mm 程度の小径コア供試体の 圧縮強度から、実験式を用いて補正することにより、従来の直径 100 mm の コア供試体圧縮強度による推定法と同程度の精度で、構造物の構造体 コンクリート強度を推定できることに関する検討	3
2. 構造物から直径 20 mm 程度の小径コア供試体を採取することにより、従 来の直径 100 mm のコア供試体に比べて構造物の損傷を軽微にすることがで き、柱・梁の構造体コンクリート強度を直接的に調査できることに関する 検討	3

III. 資 料

1. 体 制	5
1.1 調査体制	5
1.2 教育体制	7
1.3 責任体制	8
2. 性能確認実験結果	9
2.1 実験の概要	9
2.2 実験結果の要約	20
2.3 小径コアによる構造体コンクリート強度の推定式	24
2.4 小径コアによる構造体コンクリート強度の推定精度	31
3. 現場実証実験結果	37
3.1 実構造物の構造体コンクリート強度の推定	37
3.2 小径コアの試料数と推定精度の関係	42
3.3 構造物に与える損傷の度合い	45
3.4 まとめ	47
4. 調査マニュアル	48
5. チェックシート	58

I. 概 要

1. 審査証明対象技術

1.1 審査証明依頼者

株式会社 錢高組
代表取締役社長 錢高 善雄
大阪府大阪市西区西本町二丁目 2 番 11 号

前田建設工業株式会社
代表取締役社長 小原 好一
東京都千代田区富士見二丁目 10 番 2 号

日本国土開発株式会社
代表取締役社長 朝倉 健夫
東京都港区赤坂四丁目 9 番 9 号

1.2 技術の名称

既存構造物のコンクリート強度調査法
「ソフトコアリング」

1.3 技術の概要

既存構造物から直径 20 mm 程度の小径コアをコア採取装置により採取した後、圧縮強度試験を行い、その試験結果をもとに、あらかじめ定めた実験式を用いて補正することにより、構造体コンクリート強度を推定する調査方法である。

本調査方法は、設計資料等により推定される圧縮強度が $60\text{N}/\text{mm}^2$ 以下、粗骨材の最大寸法は 25mm 以下の普通コンクリートについて適用できる。構造体に与える損傷は、直径 100mm 程度のコアによる強度調査法と比較して軽微である。

2. 開発の趣旨

構造物の調査・診断において、非破壊試験の簡便さと破壊試験の正確さを併せ持つ方法により構造体コンクリート強度を調査し、構造物の損傷を軽微にとどめ、柱・梁などの主要構造部材から正確な強度情報を得て、保全・改修工事の品質向上に寄与することを目的として開発した。

3. 開発目標

- (1) 所定のサンプリング方法で採取した直径 20 mm 程度の小径コア供試体の圧縮強度から、実験式を用いて補正することにより、従来の直径 100 mm のコア供試体圧縮強度による推定法と同程度の精度で、構造物の構造体コンクリート強度を推定できること。
- (2) 構造物から直径 20 mm 程度の小径コア供試体を採取することにより、従来の直径 100 mm のコア供試体に比べて構造物の損傷を軽微にすることができ、柱・梁の構造体コンクリート強度を直接的に調査できること。

4. 審査証明の方法

依頼者より提出された以下の資料に基づき審査証明を行った。

- (1) 技術資料(審査の過程において必要とされた追加資料を含む)

(2) 性能確認実験結果及び施工実績

5. 審査証明の前提

本審査証明は、依頼者から提出された資料等には事実に反する記載がなく、依頼者の責任において適正に設計・施工・品質管理等が行われることを前提に、依頼者から提出された資料に基づいて行われたものである。

6. 審査証明の範囲

審査証明は、依頼者より提出された開発の趣旨及び開発の目標に対して、設定された確認方法により確認した範囲とする。なお、個々の工事等の実施過程及び実施結果の適切性は審査証明の範囲に含まれない。

7. 審査証明結果

本技術について、前記の開発の趣旨、開発目標に照らして審査した結果は、以下のとおりである。

- (1) 所定のサンプリング方法で採取した直径 20 mm程度の小径コア供試体の圧縮強度から、実験式を用いて補正することにより、従来の直径 100 mmのコア供試体圧縮強度による推定法と同程度の精度で、構造物の構造体コンクリート強度を推定できるものと判断される。
- (2) 構造物から直径 20 mm程度の小径コア供試体を採取することにより、従来の直径 100 mmのコア供試体に比べて構造物の損傷を軽微にすることができ、柱・梁の構造体コンクリート強度を直接的に調査できるものと判断される。

8. 留意事項及び付言

- (1) 調査は、依頼者が示す調査マニュアル及び調査体制に従って行うこと。
- (2) 依頼者は、調査管理者、調査・診断業者、圧縮強度試験担当者が、本技術の調査マニュアル等について十分に理解するよう事前の教育を行うこと。
- (3) 本技術の圧縮試験結果等を建築物の耐震診断を行う際の診断採用強度へ適用する場合には、本技術の取り扱い(各法令及び関連告示に基づく基準への適用等)を耐震診断の実施者、又は評価機関等へ確認する必要があるので留意されたい。

9. 審査証明経緯

- (1) 建築物等の保全技術・技術審査証明事業において、2000年4月27日付け施工審査証明-0005号で技術審査を完了した。
- (2) 本技術に関する更新(建築物等の保全技術・技術審査証明事業から建設技術審査証明事業への移行)について、2005年4月27日付けで技術審査を完了した。
- (3) 本技術に関する更新について、2010年5月18日付けで技術審査を完了した。
- (4) 2014年9月16日付けで依頼された本技術に関する更新について技術審査を行い、2014年11月18日付けで技術審査を完了した。なお、更新日は2014年11月18日とし、審査証明の有効期限は、更新前の有効期限から起算して5年間(2020年4月26日まで)とする。

II. 審査証明の詳細

1. 所定のサンプリング方法で採取した直径 20 mm程度の小径コア供試体の圧縮強度から、実験式を用いて補正することにより、従来の直径 100 mmのコア供試体圧縮強度による推定法と同程度の精度で、構造物の構造体コンクリート強度を推定できることに関する検討

構造物の構造体コンクリート強度を推定できることについて、技術資料には以下の内容が含まれている。

- (1) 水セメント比、骨材種類の異なるコンクリート及びコアの採取方法に関する性能確認実験、現場検証実験を行っており、コアの高さと直径の比 (h/d) の一次近似によって採取コアの直径ごとの補正式を求めている。
- (2) 異常値の棄却方法について、コアの破壊状況ならびに棄却検定の結果より判断するとしており、コンクリートの圧縮強度が 60N/mm^2 以下の範囲であれば、異常値の検出率は 3%程度であり、実用的に問題ないとしている。
- (3) $\phi 100\text{mm}$ コアによる強度と小径コアによる強度との強度差のばらつきが正規性を持つことが確認されており、コンクリート強度の推定において統計的な処理を行うことに問題がないことが確認されている。
- (4) 建物の特定部分の構造体コンクリートの圧縮強度を $h/d=2$ の小径コア 3 本で推定した場合、圧縮強度の母標準偏差が 0 であるとして、圧縮強度の推定値の信頼区間は、信頼率 95%で、 $\pm 3 \sim \pm 4\text{N/mm}^2$ 、信頼率 80%で、 $\pm 2 \sim 2.5\text{N/mm}^2$ の範囲に収まるとしている。
- (5) 建物の広い領域の構造体コンクリートの圧縮強度を推定する場合、構造体コンクリートの圧縮強度の母標準偏差が 4N/mm^2 程度であるとして、 $\phi 100\text{mm}$ コアを 3 箇所から各 1 本ずつ採取した場合と、小径コアを 6 箇所から各 1 本ずつ採取した場合の推定精度が同程度になるとしている。また、母標準偏差が 4N/mm^2 より大きい場合には、小径コアによる推定精度の方が良くなるとしている。
- (6) 上記(4)、(5)について、性能確認実験、SRC 部材からの抜取り試験等によって推定精度が確認されている。

以上の結果により、所定のサンプリング方法で採取した直径 20 mm程度の小径コア供試体の圧縮強度から、実験式を用いて補正することにより、従来の直径 100 mmのコア供試体圧縮強度による推定法と同程度の精度で、構造物の構造体コンクリート強度を推定できるものと判断される。

2. 構造物から直径 20 mm程度の小径コア供試体を採取することにより、従来の直径 100 mmのコア供試体に比べて構造物の損傷を軽微にすることができ、柱・梁の構造体コンクリート強度を直接的に調査できることに関する検討

柱・梁の構造体コンクリート強度を直接的に調査できることについて、技術資料には以下の内容が含まれている。

- (1) 小径コアの直径は 18 mmから 26 mmの範囲であるが、これらの径のコアの採取に使用されるダイヤモンドコアビットの呼び径は、 $\phi 25\text{mm}$ 、 $\phi 29\text{mm}$ 及び $\phi 32\text{mm}$ である。
- (2) 対象とするコンクリートの粗骨材の最大寸法は 25 mmである。又、一般の建築物の柱・梁の主筋に使用される鉄筋は、丸鋼で 19ϕ から 25ϕ 、異形棒鋼で D19から D25である。日本建築学会の「建築工事標準仕様書・同解説 JASS5 鉄筋コンクリート工事 2009」、国土交通大臣官房官庁営繕部監修の「公共建築工事標準仕様書(平成 25 年版)」などにおける配筋の規定にお

いては、鉄筋のあきは、粗骨材の最大寸法の 1.25 倍、25 mm、鉄筋の径(呼び名)の 1.5 倍以上のうち大きい方の数値とされている。これによると、鉄筋のあきの最小値は下表のようになり、使用するダイヤモンドコアビットの選択により、特に密に配筋された鉄筋においても、これにふれずにコアを採取することが可能である。

鉄筋の径又は呼び名	鉄筋のあきの最小値(mm)
19 φ、D19	31.25
22 φ、D22	33.0
22 φ、D25	37.5

- (3) 主筋のあきが 100 mm 以上である一般的な配筋の柱から鉄筋を傷つけることなく小径コアが採取できたことが、現場実証実験結果に述べられている。
- (4) 50cm × 50cm の断面寸法の柱から φ 23 mm のコアを 100 mm 採取した場合、その断面欠損は 1.2% 程度にとどまる。また、採取孔には無収縮モルタルを充填することから、構造体に与える損傷は極めて軽微であると推測される。
- (5) 構造体に与える損傷を軽微にとどめるための小径コアの具体的な採取位置や、配筋状況を把握してコアを採取する具体的な方法が調査マニュアルに記述されている。

以上の結果により、構造物から直径 20 mm 程度の小径コア供試体を採取することにより、従来の直径 100 mm のコア供試体に比べて構造物の損傷を軽微にすることができ、柱・梁の構造体コンクリート強度を直接的に調査できるものと判断される。