

小径コアによるコンクリートの性能調査方法の現状

磯 健一・佐原 晴也

小径コア技術の新しい活用法として、直径 25 mm 程度の小径コアによるコンクリート構造物の塩化物量および中性化深さの測定法などについての研究の現況を紹介する。塩化物量については、 $\phi 25 \times h 20$ mm 小径コア片 3 試料あるいは合計質量で 70 g にすれば、 $\phi 100$ コアを用いた場合と同等の精度で全塩化物量が推定でき、中性化深さについては、小径コアは $\phi 100$ コアと同数のコア数で同等の精度で中性化深さの推定が可能である。今後、これら小径コア技術は実用化・普及が期待される。

キーワード：コンクリート構造物，小径コア，圧縮強度，塩化物量，中性化深さ，粗骨材最大寸法，現有応力

1. はじめに

既存コンクリート構造物の強度や劣化状態を詳細に調査する場合、コア供試体を採取するのが一般的である。従来、このコア供試体の直径は粗骨材の最大寸法等を考慮して、100 mm 程度が必要とされてきた。これに対して著者らは、直径 18~26 mm 程度の小径コアを用いた構造体コンクリート強度推定法を開発し、報告している^{1),2)}。小径コア技術は、構造物に与える損傷が小さく、配筋が密な主要構造部材からもコア採取ができるなどの特長を有している。

本報文では、小径コア技術の新しい活用法として、コンクリート構造物の塩化物量および中性化深さの測定法や構造物に発生している応力（現有応力）の測定法について、現時点で得られている知見を述べる。

2. 小径コアによるコンクリート圧縮強度試験法

小径コア技術は、 $\phi 100$ コアを用いた場合と同等の推定精度が得られるとともに、構造物に与える損傷が小さく、配筋が密な主要構造部材からもコア採取ができるなどの特長を有している。既に、技術の普及と技術レベルの維持を目的とした協会、ソフトコアリング協会、が組織され、建築物を中心に数百におよぶ数多くの調査実績がある。

小径コアによるコンクリート圧縮強度試験法では、推定強度が 60 N/mm^2 以下、粗骨材最大寸法 25 mm 以下の既存構造物の普通骨材コンクリートを適用範囲としている。しかし、その後の研究で、コンクリート構造物の塩化物量や中性化深さの測定、粗骨材の最大寸法が 40 mm の場合の強度推定でも適用可能であることが分かってきた。

3. 小径コアによる塩化物量の測定法

図-1 および図-2 に、小径コアを用いて塩化物量を測定した実験結果の一例を示す³⁾。実験は、塩化物量を 0.6 kg/m^3 としたブロック試験体を作製し、これから、小径コアや $\phi 100$ コアを採取して行ったものである。なお、図-2 の縦軸の測定誤差は、混入した塩化物量 $\mu = 0.6 \text{ kg/m}^3$ に対する個々の測定値 x の誤差、 $\{100 \times (\mu - x) / \mu\}$ 、を絶対値で表したものである。

図-1 および図-2 から、小径コアの場合、採取試料の質量が 50 g 程度以上になると、個々の測定値の

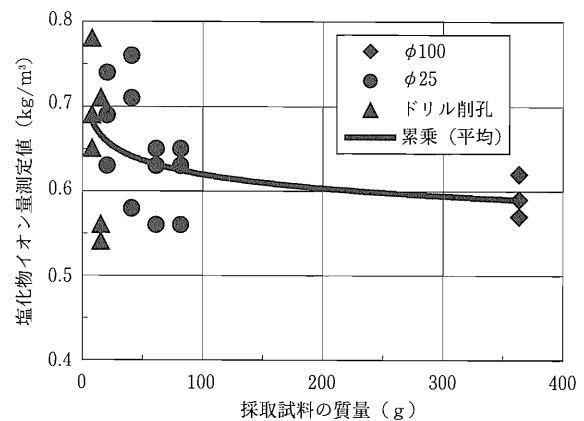


図-1 採取試料の量と測定値の関係

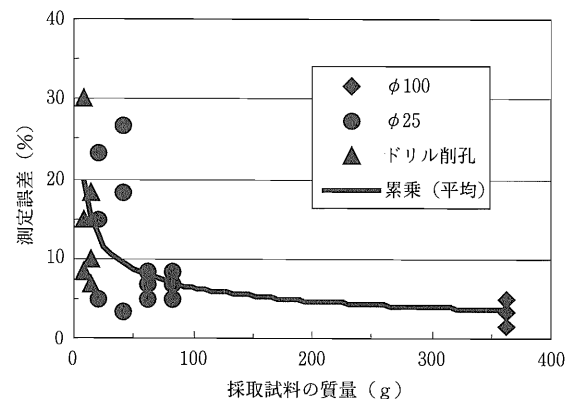


図-2 採取試料の量と測定誤差の関係

ばらつき、混入量による測定誤差ともに急激に小さくなり、 $\phi 100$ コアによる測定値と大差ないことが分かる。

図-3 は別に行った実験の試験体、表-1 はその実験結果である⁴⁾。

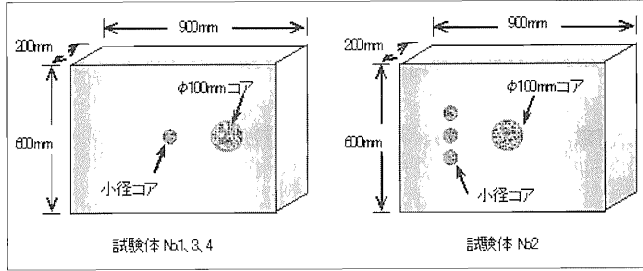


図-3 小径コアによる塩化物量測定用試験体例

表-1 試験結果の一覧

試験体	塩化物量設定値 (kg/m ³)	コア種類	分析試料数	平均値 (kg/m ³)	標準偏差 (kg/m ³)
1	0.1	小径 φ100	6	0.239	0.025
			5	0.256	0.020
2	0.6	小径 φ100	18	0.695	0.098
			5	0.626	0.020
3	1.2	小径 φ100	6	1.192	0.126
			6	1.187	0.142
4	2.5	小径 φ100	6	2.432	0.229
			6	2.355	0.217

表-1 の実験結果から、塩化物量測定値の平均値は、小径コアと $\phi 100$ コアで同程度の値であり、試料数を適切に設定すれば、小径コアを用いてコンクリート中の塩化物量を $\phi 100$ コアと同等の精度で推定できることが考察される。

したがって、 $\phi 25$ mm の小径コアの採取試料の質量を 50 g 以上、長さにして約 50 mm 以上にすれば、 $\phi 100$ コア、分析長さ 20 mm の標準的な試験と同程度の精度で塩化物量を測定できると言える。

実験結果を統計的分析の結果から、小径コアの試料数を 3 程度とすれば、 $\phi 100$ コア 1 試料で推定する場

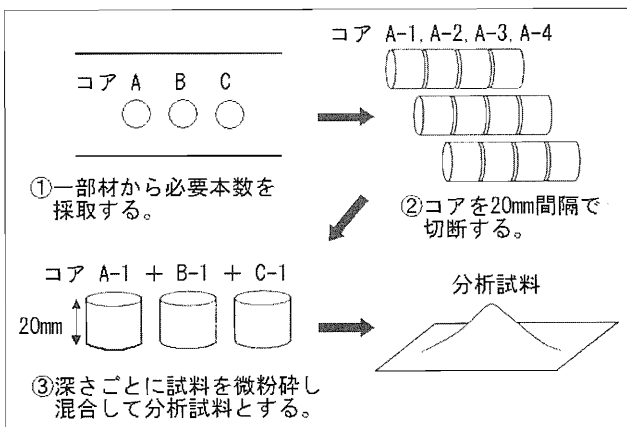


図-4 小径コアによる塩化物量推定法試料の採取方法

合と同等の精度を得られる。また、小径コアを用いて塩化物量を推定する場合、図-4 のように、小径コアの 1 分析試料を $\phi 25 \times h$ 20 mm の小片とすると約 23 g となり、試料数 3 で 70 g 程度となり $\phi 100$ コア ($\phi 100 \times h$ 20 mm 片 1 試料) と同等の推定精度が得られる。

4. 小径コアによる中性化深さの測定法

コンクリートの中性化深さの測定には、大きく分けて、はつりによる方法とコア採取による方法の 2 通りがある。

一般には、中性化深さの測定のみを現場で行う場合には「はつり法」が、圧縮強度試験や塩化物含有量試験などの他の試験と併せて行う場合には「コア採取法」を用いることが多い。

小径コアによる中性化深さの測定法を以下に示す。

- ① 採取したコアはすぐに十分水洗いし、ウェス等で水分をふき取り、気中で乾燥させる。
- ② コア側面全体が白っぽく乾燥したことを確認し供試体とする。
- ③ コア供試体側面に、スプレーを用いてフェノールフタレイン 1% エタノール溶液を噴霧し、速やかにコンクリート表面から赤色の着色部までの長さをノギスを用いて 0.1 mm 単位で測定する。
- ④ 測定はコア側面の所定箇所で行い、平均値を 0.1 mm 単位にまとめて中性化深さとする。

既存コンクリート構造物から小径コアと $\phi 100$ コア

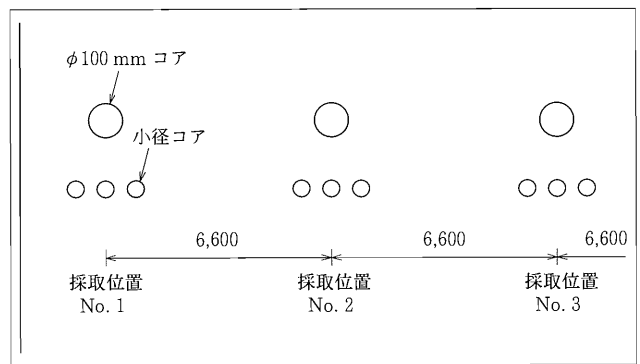


図-5 小径コアの採取位置の例

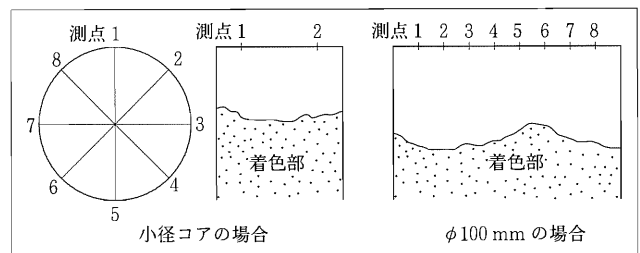


図-6 小径コアによる中性化深さの測定法の例

を採取し、両者による中性化深さの測定値を比較することによって、小径コアを用いた中性化深さの測定精度の確認を行った(図—5, 図—6)。

φ25 mmの小径コアおよびφ100 コアを、コンクリート打設後約13年を経過している擁壁構造物から採取した。コア採取位置は擁壁の6箇所とし、各位置から小径コア3本、φ100 コア1本を採取した。

表—2に、小径コアおよびφ100 コアによる中性化深さの測定結果を示す。小径コア18本の中性化深さの平均値6.5 mmと、φ100 コア6本の平均値6.4 mmはほぼ同じである。また、各採取位置の3個の小径コア測定値からランダムに1個ずつサンプリングし、総試料数をφ100 コアと同じ6として処理した場合の平均値も同程度であった⁴⁾。このことから、小径コアとφ100 コアは同数のコア数で同等の精度で中性化深さの測定が可能と考えられる。

表—2 小径コアとφ100 コアの中性化深さ測定結果

採取位置 No.	小径コアによる測定値 (mm)		φ100 コアによる測定値 (mm)
	各測定値	平均	
1	① 8.5, ② 9.3, ③ 9.4	9.1	4.9
2	① 5.4, ② 6.3, ③ 5.0	5.6	6.4
3	① 3.8, ② 10.1, ③ 13.2	9.0	6.8
4	① 5.8, ② 5.6, ③ 4.4	5.3	11.3
5	① 3.6, ② 5.7, ③ 5.4	4.9	3.6
6	① 6.7, ② 3.5, ③ 6.0	5.4	5.4
全平均		6.5	6.4

小径コアを用いる場合、粗骨材を避けてコア側面の何点で測定すればよいかについても検討した。その結果、JIS A 1152「コンクリートの中性化深さの測定方法」に準じたコア側面の5測点で測定すれば問題のない精度で中性化深さが評価できるとことが分かった⁴⁾。

5. 粗骨材最大寸法 40 mm のコンクリートへの適用

小径コアによるコンクリート強度推定は、現時点では粗骨材最大寸法 25 mm 以下を適用範囲としているが、粗骨材最大寸法が 25 mm を超える構造物においても、小径コア技術の有効性が変わらないことは言うまでもない。

著者らは、小径コアによる粗骨材最大寸法 40 mm のコンクリート強度推定のためのデータを蓄積中であるが、文献⁵⁾には実橋脚において、φ21.5~25 mm の小径コアを用いて、粗骨材最大寸法 40 mm のコンク

リート強度を調査した結果が報告されている。また、粗骨材最大寸法 40 mm 以上の調査結果がさらに蓄積され、詳細な分析が今後進めば、φ20 程度の小径コアを用いて、粗骨材最大寸法 40 mm のコンクリート強度推定の実用化も可能性があると思われる。

6. 小径コアによる現有応力の測定法

社会資本への投資余力の減少に伴い、老朽化した施設の性能評価、再生、維持管理に関する技術のニーズが増大している。そのような背景の中で、使用中の既設構造物の構造性能を評価する際、現在作用している応力(現有応力)を測定、把握の必要がある場合もある。

平嶋ら⁶⁾によって小径コア削孔時のコンクリート表面ひずみの計測による応力解放メカニズムの研究が進められている。また、小径コアによる削孔時のひずみ測定に関する問題点に関する検討も進められており、現有応力測定法に関する基礎研究も進めている。今後、実験データが蓄積され詳細な分析が進められれば、実用化の可能性もあると思われる。

7. まとめ

本報文では、小径コア技術の新しい活用法として、コンクリート構造物の塩化物量および中性化深さの測定法について、現時点で得られている知見を述べた。小径コア技術は、コンクリート構造物の強度推定以外にも幅広く活用できることが確認された。

- ① 小径コアにより塩化物量を推定する場合、適切な試料数あるいは試料質量にすれば、φ100 コアを用いた場合と同等の精度で推定が可能である。
- ② 擁壁構造物を対象に測定した事例などから、小径コアとφ100 コアは同数のコア数で同等の精度で中性化深さが推定できる。

また、粗骨材最大寸法が 40 mm を超えるコンクリートへの適用性および現有応力計測法への適用性への可能性がある。

以上、今後さらにデータを蓄積して実用性を実証していく必要があるが、小径コア技術は、将来的には、これまでのφ100 コアと同等の調査技術・方法として実用化の展開ができる可能性があると考えている。

[謝 辞]

本報文の内容は、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の共同研究開発成果の

一部です。研究開発に携わっている関係各位の方々に心より感謝いたします。

JCMIA

《参考文献》

- 1) 寺田謙一, 谷川恭雄, 中込 昭, 佐原晴也: 小径コアによる構造体コンクリート強度の推定法, コンクリート工学, Vol.39, No.4, pp. 27-32 (2001.4)
- 2) 磯 健一, 佐原晴也: 小径コアによる既存構造体コンクリート強度の推定法に関する研究—ソフトコアリング—, 日本国土開発技術研究報告, No.18, pp.55-60 (2001)
- 3) 石上鉄雄, 重松英造, 横田季彦, 渡部 正, 野永健二, 佐原晴也: 塩化物量の測定精度に及ぼす試料採取方法の影響, 土木学会中国支部第53回研究発表会, pp.889-890 (2001.6)
- 4) 佐原晴也, 山内 匡: 小径コアによるコンクリート構造物の塩化物量および中性化深さ測定方法の検討, 日本国土開発技術研究報告, No.19 (2002)
- 5) 国土交通省土木研究所材料施工部コンクリート研究室: 日本構造物診断技術協会, コンクリート構造物の鉄筋腐食診断技術に関する共同研

究報告書—実構造物に対する適用結果— (2001.3)

- 6) 平嶋ほか: 構造物表面およびその近傍の現有応力の連続計測法, 土木学会関東支部技術研究発表会梗概集Ⅲ, p.440 (2002.2)

【筆者紹介】

磯 健一 (いそ けんいち)
日本国土開発株式会社
技術研究所
構造研究室
室長



佐原 晴也 (さわら はるや)
日本国土開発株式会社
技術研究所
コンクリート研究室
室長



建設工事に伴う 騒音振動対策ハンドブック

「特定建設作業に伴って発生する騒音の規制に関する基準」(環境庁告示)が平成8年度に改正され,平成11年6月からは環境影響評価法が施工されている。環境騒音については,その評価手法に等価騒音レベルが採用されることになった等,騒音振動に関する法制度・基準が大幅に変更されている。さらに,建設機械の低騒音化・低振動化技術の進展も著しく,建設工事に伴う騒音振動等に関する周辺環境が大きく変わってきている。建設工事における環境の保全と,円滑な工事の施工が図られることを念頭に各界の専門家委員の方々により編集し出版した。本書は環境問題に携わる建設技術者にとっては必携の書です。

■掲載内容:

- 総論 (建設工事と公害,現行法令,調査・予測と対策の基本,現地調査)
- 各論 (土木,コンクリート工,シールド・推進工,運搬工,塗装工,地盤処理工,岩石掘削工,鋼構造物工,仮設工,基礎工,構造物とりこわし工,定置機械(空気圧縮機,動発電機),土留工,トンネル工)
- 付録 低騒音型・低振動型建設機械の指定に関する規程,建設機械の騒音及び振動の測定値の測定方法,建設機械の騒音及び振動の測定値の測定方法の解説,環境騒音の表示・測定方法(JIS Z 8731),振動レベル測定方法(JIS Z 8735)

■体 裁: B5判, 340頁, 表紙上製

■定 価: 会 員 5,880円(本体5,600円) 送料 600円

非会員 6,300円(本体6,000円) 送料 600円

・「会員」本協会の本部,支部全員及び官公庁,学校等公的機関

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8 (機械振興会館) Tel. 03(3433)1501 Fax. 03(3432)0289