

ドリル法におけるコンクリート構造物の中性化試験の実用性について

Practicality of the neutralization test of the concrete structure by method

(株)帝国設計事務所	○正 員	大崎佳裕 (Yoshihiro Ohsaki)
(株)帝国設計事務所	正 員	須永俊明 (Toshiaki Sunaga)
(株)BMC	正 員	石井秀和 (Hidekazu Ishii)
北海学園大学	正 員	杉本博之 (Hiroyuki Sugimoto)

1. まえがき

現在までに約90億 m^3 のコンクリートが社会基盤整備のため使用され蓄積されている。しかし、これまで蓄積されたコンクリート構造物については経年による劣化が問題となっている。そしてコンクリート構造物を維持管理する上でコンクリートの中性化深さは内部鉄筋の腐食原因の一つであり、重要な検査項目の一つである。周知の通りコンクリートの中性化とは、空気中の炭酸ガスなどがコンクリート内に侵入し、コンクリート中の水酸化カルシウムが炭酸化し炭酸カルシウムに変化する反応のことで、中性化深さの進行度合いにより鉄筋の保護膜が破壊され腐食してしまう。

ここでは、ドリル法と従来から行われているコア採取によるコンクリートの中性化深さの比較を行い、コア抜き試験によるコンクリート構造物への影響の軽減やコスト削減及び作業性の向上が期待できることなどドリル法の利便性について考察を試みるものである。



写真-1 ドリルによるコンクリート削孔粉採取状況

2. 試験内容の概要

2.1 概要

竣工から20年以上経過した橋梁にてコア法による中性化深さと、ドリル法による中性化深さをコンクリート削孔粉により試験を行う。

2.2 ドリル法による試験方法

(1) ドリル法試験用具

ドリル法による試験を行うにあたり、以下の用具を使用し、試験を行うものとする。

- | | |
|--------------------------------|------------|
| 1) 電動ドリル | 4) ノギス |
| 2) ドリル刃 ($\phi 10\text{mm}$) | 5) 試験紙 |
| 3) 1%フェノールフタレイン
エタノール溶液 | (直径 185mm) |

(2) ドリル法による試験操作

- 電動ドリルをコンクリート壁面等に直角に保持し削孔を行う。そして事前に1%フェノールフタレインエタノール溶液をしみこませた試験紙を、削孔粉が落下する位置に保持し、削孔粉を集めながら試験紙をゆっくり回転させる。

(写真-1、図-1 参照)

- 試験紙が赤紫色に変色したとき削孔を停止する。その後、ノギスのデプスバーと本尺の端部を用いて孔の深さを1/10mm単位で測定し中性化深さとする。(写真-2 参照)
- ドリルで削孔した孔の修復は、試験終了後セメントペースト、モルタル等を充填して補修を行う。
- 試験評価については、削孔を相互に3~5cm程度離して3個の孔をあけ、平均値を中性化深さとする。このとき削孔3個の値は、平均値からの偏差が $\pm 30\%$ 以内でなければならない。

削孔3個の何れかの値の偏差が $\pm 30\%$ を超える場合は、粗骨材の影響が考えられるため、もう1孔を削孔して削孔4個の平均値をとし、その4

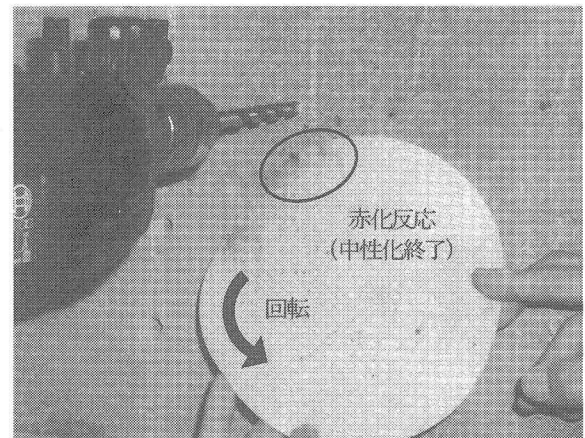


写真-2 ドリルによる削孔と試験紙の動かし方

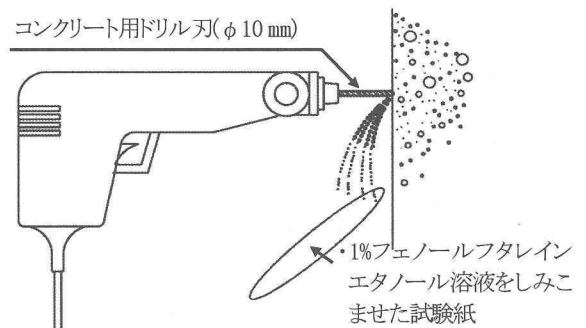


図-1 ドリル削孔粉を用いた中性化深さ試験

個目の値の偏差が、最初の3個の平均値に対して $\pm 30\%$ を超える場合は、更に1孔を削孔する。この場合は、削孔5個の平均値を平均中性化深さとする。

表-1 ドリル法とコア法の中性化試験結果表

測定位置	平均中性化深さ(mm)	
	ドリル法	コア法
上部工 No. 1	9.5mm	7.5mm
上部工 No. 2	0.2mm	0.1mm
下部工 No. 1	14.1mm	12.2mm
下部工 No. 2	8.3mm	7.2mm
下部工 No. 3	2.3mm	1.4mm
下部工 No. 4	5.3mm	4.5mm

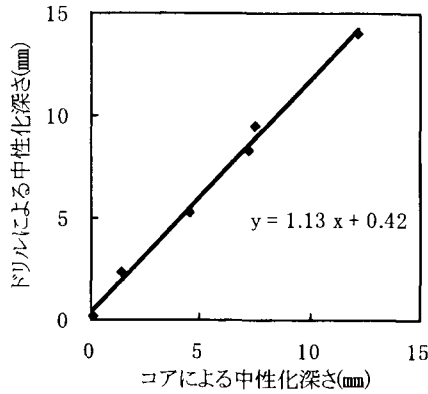


図-2 ドリル法とコア法による中性化深さの関係

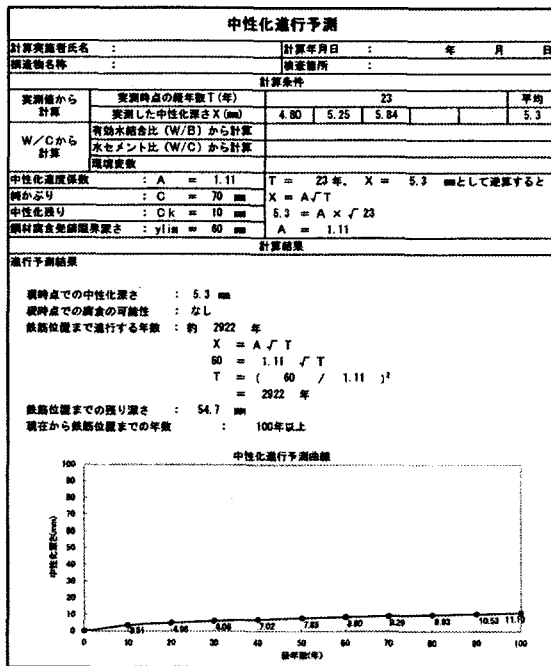


図-3 ドリル法での中性化進行予測曲線

2.3 試験結果

ドリル法による中性化深さ試験とコア法による中性化深さ試験で得られた試験結果をまとめる。

表-1 よりドリル法による平均中性化深さは、コア法と比較しても、さほど差がないことが確認できた。

ここで、ドリル法がコア法に比べて若干大きな値を示しているのは、削孔粉が試験紙に落ち赤色反応を示すまでの時間差によるものであると判断される。また、ドリル法とコア法の平均中性化深さの相関性を示したものが図-2、ドリル法にて得られた測定時点の経過年数と中性化深さをもとに√t法に基づいて中性化予測曲線を導いたものが図-3である。

$$X = A \sqrt{t} \dots\dots\dots(1)$$

X : 中性化深さ (mm), A : 中性化速度係数, t : 経過年数 (年)

3. 実構造物への活用

従来より行われてきたコア法によるコンクリートの中性化深さ試験では、φ75~100mm 程度のコアの採取が必要なため、コンクリート構造物にとっては大きな影響を与えていた。また、コアを採取する際に内部鉄筋のピッチが狭い構造物等では、鉄筋を切断する可能性があり、それが構造物の主鉄筋となるとRC構造物にとっては致命的な損傷を引き起こす可能性がある。

また試験結果より、コンクリート構造物を補修する際、コンクリートの中性化深さの進行状況によっては、表面被覆工法等の補修を行わなければならないが、コア法による中性化深さ判定では、限られた箇所ではしか中性化深さを判断できなかった。そのため中性化深さの度合いによっては、部材全てを補修しなくてはならないため維持管理費用も高価となっていた。

しかしドリル法によるコンクリートの中性化試験では、任意に構造物の部位やその部位の面毎と多領域にて中性化試験が可能のため、補修面積は損傷箇所のみ補修するのでメンテナンスコストの低下へ繋がり大幅なコストダウンが望める試験方法であると言える。

またドリル法では、豆板(ジャンカ)部や鉄筋露出部、ひび割れ箇所などすでに変状している箇所については局部的に中性化深さを測定することが可能なため、健全なコンクリート部材との比較も行うことが出来る。

4. あとがき

コンクリート構造物においてコンクリートコアの採取により得られるコンクリート中性化試験結果の値は、信頼性があるが構造物本体に与える影響は大きいものとなる。またコアより中性化深さを判定するのに数日の時間を要し、かつ数箇所にも及ぶコアを採取すると構造物の耐力上問題となり作業が大掛かりで、コア孔の補修を伴うため試験費用も多大なものとなる。

しかし、ドリル削孔粉を用いた中性化深さ試験では、φ10mmのドリル刃を用いているため、構造物に与える影響が非常に小さい非破壊試験に分類される。このためコンクリート構造物の耐久性の確保はもちろんのこと、経済的にも安価となり、かつ測定箇所がコンクリート削孔粉を集めることが可能であればどの部位にも適応可能である。また、その部位毎に測定した中性化深さにより中性化進行の著しい箇所のみを補修を判定することが可能となるため、補修・補強の対策措置を検討する際には十分効果的な手法であると思われる。

上記を踏まえてドリル法によるコンクリート構造物の中性化試験のメリットを以下にまとめる。

- ① 試験を行う場所ですぐ中性化深さの測定が可能であり、結果判定に時間を費やさない。
- ② 鉄筋を切断することなく中性化深さが測定可能。
- ③ 低コストで中性化深さ試験が実施可能。
- ④ 微破壊試験のため構造物に与える影響が少ない。
- ⑤ 広範囲にわたり多数の試験が可能。
- ⑥ 使用機械がコンパクトで作業性に優れている。
- ⑦ 補修範囲が部位毎に絞る目安となる。
- ⑧ 中性化深さの経年劣化判定が可能。

参考文献

1) 社団法人 日本非破壊検査協会：ドリル削孔粉を用いたコンクリート構造物の中性化深さ試験方法，pp. 1-11, 1999.
 2) 社団法人 日本コンクリート工学協会：コンクリート診断技術 [基礎編]，pp. 145-150, pp. 178-180, 2003.