

V - 2

劣化したコンクリート構造物の診断手法に関する基礎的研究

東北電力（株）電力技術研究所 正会員 ○斎藤 裕
東北電力（株）電力技術研究所 正会員 氏家 久芳
東北大学 正会員 三浦 尚

1. はじめに

コンクリート構造物の劣化度を精度良く把握することは重要である。劣化診断技術の精度が向上すれば、経済性を考慮した合理的な設備の維持管理が可能となる。また、耐久性向上に関する研究などが進み新材料や新工法などを用いた構造物が増えてくると、これらの効果の検証などを目的に、劣化診断の重要性はより一層高まるものと考えられる。劣化診断においては、その診断指標の選択が重要であり、診断対象となる構造物に求められている機能を十分考慮したうえで選択する必要がある。本研究では、コンクリート構造物の設計時にコンクリート強度が要求されるとともに構造物が抜本的な補修を余儀無くされる場合、その耐荷力（強度）の著しい低下が原因とされることが多いことなどにより、コンクリート強度が劣化診断における重要な診断指標であると考え、圧縮強度を推定する方法を検討した。また、東北地方に多い凍害劣化などの場合、構造物の表面から徐々に内部に進行していくとされており、構造物の表面からの深さ方向に強度が変化するものと考えられ、これらの劣化診断を精度良く行うためには深さ方向の強度の変化を把握する必要があると考えた。

したがって、構造物に与える損傷が少なくできるだけ非破壊に近い形で構造物全体の劣化診断が行える方法の確立を目的とし、構造物から比較的径の小さなコアを採取し深さ方向に強度推定を連続的に実行する針貫入試験を考案し、実構造物へ適用を試みた。

2. 針貫入試験による圧縮強度の推定方法^{1) 2)}

針貫入試験は電動一軸圧縮試験機を用いて小型の試料に鋼製の細い針を貫入させ、そのときの針の貫入量と荷重の変化を連続的に測定し、そのときの関係から圧縮強度を推定するものであり、針の貫入箇所は骨材の影響を避けモルタル部に行う。さらに、貫入箇所の材料の不均一性を取り除くため、一つの圧縮強度を推定するため、8ヶの試料を用い1試料について5箇所、合計40箇所の貫入を行う。一回の貫入試験で図1に示すような貫入量と荷重の関係が得られ、これを各回毎に2次曲線に回帰したのち全データの平均の2次曲線を算定する。この曲線を用いてある一定の貫入量（例えば0.2mm）までに要した仕事量（平均仕事）を算出し、あらかじめ室内実験などにより求めておいた圧縮強度と平均仕事の関係から圧縮強度を推定するものである。

ここでは、表1に示す3種の異なる強度のコンクリート供試体を作製した。それぞれの供試体から小型試料（ここでは直径20mm、長さ20mm程度の円柱状小型試料）を採取し、針貫入試験で平均仕事Wを求めた。そして、求めた平均仕事Wと圧縮強度 σ_c の関係（図2）を用いて実構造物の圧縮強度推定を実施した。

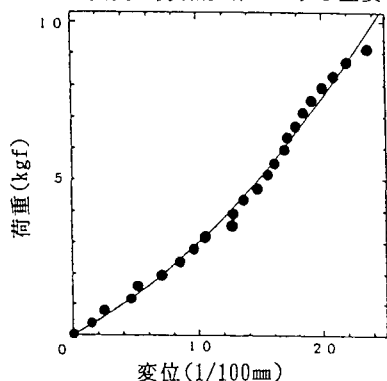


図1 測定データの一部および回帰式

表1 コンクリートの配合表

No.	Gmax	Slump	Air (%)	W/C (%)	s/a (%)	Unit Content (kg/m ³)				
						W	C	S	G	Admix.
1	25	11	2	56	42	176	314	749	1170	---
2	25	11	2	46	40	175	383	689	1169	C×0.25%
3	25	11	2	36	38	174	489	622	1152	C×0.5%

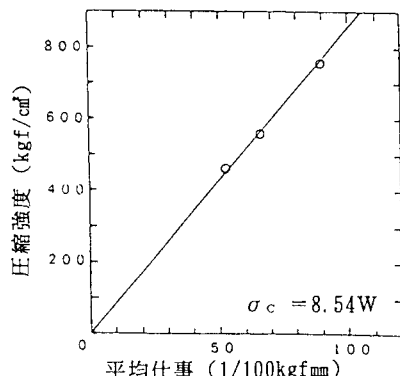


図2 平均仕事Wと圧縮強度 σ_c の関係

3. 針貫入試験の実構造物への適用

(1) 調査方法

今回の調査は秋田県の鳥海山麓に点在する水力発電所のコンクリート構造物を対象とした。表2に構造物の概要を示す。当該地点は冬期間最低気温が-5℃~-15℃程度以下になるとともに構造物の経年が約50年~70年であることから、構造物は凍害劣化を受けているものと推測される。採取コアの径は10cmとし、JIS A 1107に基づく一軸圧縮試験を実施できるものとした。一軸圧縮試験用コアは針貫入試験と同じく、深さ方向の圧縮強度の変化を把握できるように、供試体の高さは10cmとし、試験で得られた圧縮強度に所定の補正を行い高さ20cmの供試体の圧縮強度に換算した。写真1に一軸圧縮試験用に整形した供試体の一例を示すが、深部では最大骨材寸法が大きく、表面部とは配合が異なることが推察できた。

(2) 結果および考察

針貫入試験による推定強度と一軸圧縮試験により求めた圧縮強度の結果を図3に示す。図から明らかなように、各地点とも一様に針貫入試験による推定強度は表面が低く、内部にいくほど増加していく傾向が確認できる。これは、当初推測していた通り、凍害劣化による影響と考えられる。

ただし、C地点については、深部で急激に圧縮強度が増加し、D地点では深部が低下している。これは深部で配合が異なるためと考える。一方、一軸圧縮試験の結果は非常にばらつきがでた。これは、コアの径が10cmであったことから、骨材の寸法や品質などの影響を受けたためと考える。

両者の結果を比較すると、今回提案した針貫入試験は、骨材の影響をほとんど受けることなく採取コアの径も小さくてすむ方法であり、コンクリート構造物の劣化診断における強度推定の方法としては一軸圧縮試験より適していると考ええる。

4. おわりに

実構造物への適用を試みた結果、針貫入試験による圧縮強度の推定は室内試験と同等の精度で行える可能性が確認できたと考える。

したがって、構造物全体の耐荷力の推定および劣化診断の精度向上ができる可能性が得られたと考える。

<参考文献>

1) 長田 光正・三浦 尚・斎藤 裕：針貫入によるコンクリート強度推定のための基礎的研究、土木学会東北支部技術研究発表会講演概要集、pp.456-457、1991.3
2) 斎藤 裕・三浦 尚・堀 宗朗・長田 光正：針貫入を用いたコンクリートの凍害劣化の診断について、コンクリート工学年次論文報告集、Vol.14、pp.997-1002、1992.6

表2 構造物の概要

地点	構造物名	運用年月
A	取水口制水門スラブ	S 14. 7
B	水圧鉄管固定台	S 11. 12
C	水圧鉄管固定台	T 15. 12
D	ダム下流護岸	S 15. 12

供試体の状況



表面からの深さ(a)	5 5 ~ 6 5
測定強度(kgf/d)	3 0 5

写真1 一軸圧縮試験用コア(D地点)

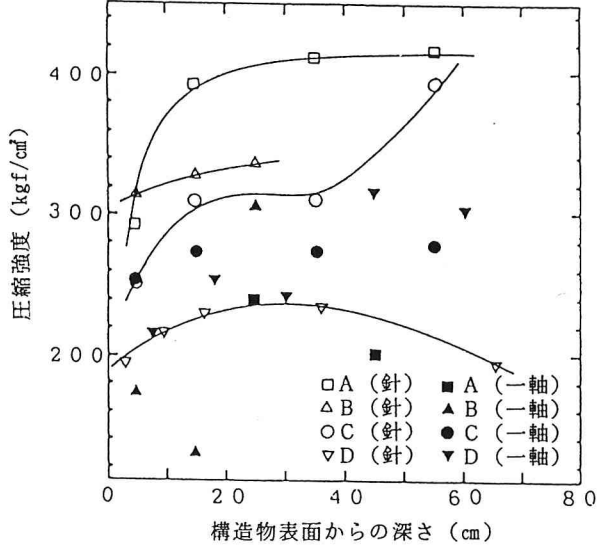


図3 構造物表面からの深さと圧縮強度の分布の関係