

V—30

コンクリートの劣化度診断のための針貫入試験に関する研究

東北大学大学院

学生員 ○長田 光正

東北大学工学部土木工学科

正会員 堀 宗朗

東北電力（株）電力技術研究所

正会員 斎藤 裕

1. はじめに

一般にコンクリート構造物の劣化度の診断には、①構造物に与える損傷が小さいこと、②高い精度で劣化度の診断ができること、が必要と考えられる。さらに、凍害のように構造物表面から内部へ進行し劣化度が表面からの距離によって異なるものに対しては、③構造物の表面のみでなく内部の情報も把握できること、が望ましいと思われる。なお、表面から十分深いところは凍害を被らない健全なものと考えられるため、この部分を基準とすることで構造物内部の劣化の状態を把握することが可能である。

この①～③の条件を満たし、合理的にコンクリート構造物の凍害の劣化度を診断する法として、図1に示されるような方法が提案されている^{1), 2)}。これは、構造物から比較的小数のコアを引き抜き、コアから採取されたサンプルを室内実験に供することで劣化度を診断する方法である。このような劣化診断では、供試体本数は少ないものの十分深くまで構造物からコア供試体を抜くことで条件①と③が、また、サンプルに施す室内実験を精密なものとする事で条件②が満たされると考えられる。

低温劣化の耐久性試験の目安には動弾性の低下が通常用いられる。しかし、本研究では、一般的な指標であること、及び設計において重要視されることから、圧縮強度を劣化の目安とすることを試みた。上記のような劣化度診断を念頭におき、局所的な強度推定法として本研究では針貫入試験が検討された。これは小型のサンプルに針を貫入させる際に連続的に測定される荷重と変位の関係から、圧縮強度または基準からの強度の低下量を推定する方法である²⁾。

2. 使用材料及び実験方法

実験には、水セメント比によって強度が異なるコンクリート（グループⅠ）、凍結融解を繰り返し受け劣化したもの（グループⅡ）

が用いられた（表1、2参照）。凍結融解試験はASTM C666 に従った。サンプルは直径2.5cm長さ3.5cm程度の小型の円柱状であり、直径10cm高さ20cmの円柱供試体側面から、コア抜きドリルによって、一種のコンクリートにつき8つずつ用意された。また、貫入される針は鋼製の鋭敏なもので、電動一軸圧縮試験機によって骨材を避けモルタル部分に一定速度で貫入された（実験方法の詳細は、参考文献2）を参照のこと）。

グループⅠとⅡのコンクリート両方とも、貫入深さ方向の不均一性や貫入箇所の違いによって、測定結果には大きなばらつきが見られた。しかし、適当な統計処理を加えることによって、このようなばらつきの影

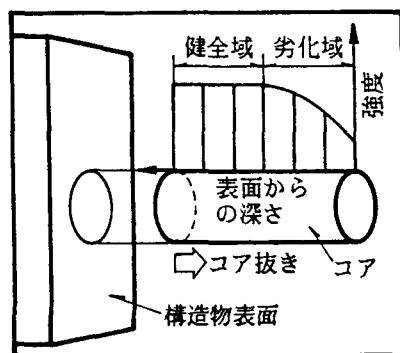


図1 構造物表面からの深さによる劣化度の分布の概念図

表1 水セメント比及び圧縮強度（グループⅠ）

W/C (%)	圧縮強度 (kgf/cm ²)
36	703
51	511
56	466
61	416
66	365

表2 水セメント比、相対動弾性係数及び圧縮強度（グループⅡ）

W/C (%)	相対動弾性係数 (%)	圧縮強度 (kgf/cm ²)
46	100.0	547
	71.6	430
	55.1	358
	37.6	378
56	100.0	447
	73.9	382
	57.1	356
	39.0	347
66	100.0	317
	74.7	274
	59.1	266
	40.9	257

響を除くことができる²⁾。この処理により、供試体の針貫入量 x と荷重 P の関係は、 $P = Ax^2 + Bx$ 、として定数 A と B を決定して整理され、 $W = Ax^3/3 + Bx^2/2$ 、として計算される x までの貫入に必要な仕事 W が劣化の目安に用いられる。

コンクリートの歪速度依存性のため、貫入速度が異なれば変位-荷重関係が異なることが予想される。4種類の貫入速度で算定された $x=0.2$ (mm)での仕事 W を表3に示す。速度が速いと W が増加することがわかるが、増加量は小さく速度の影響は無視できる。本研究では、貫入速度0.2(mm/min.)を用いた。

3. 実験結果及び考察

グループⅠのコンクリートに対して上記で検討された針貫入試験を行なったところ、圧縮強度が大きいものほど変位-荷重関係は上よになり、貫入に要する仕事も増加する、ことが観察された。したがって、強度が大きいほど、針貫入に対する抵抗が強いことが確認された。

同様に、グループⅡのコンクリートに針貫入試験を行ったところ、劣化によって強度が低下したものは、針貫入に対する抵抗が落ちることが観察された。1例として、 $W/C=56$ (%)のコンクリートの変位-荷重関係を図2に示す。また、劣化が進行し強度が低下したもののほど、貫入に必要な仕事も低下した。

これらの結果を基に、グループⅠとⅡのコンクリートに対して、針貫入試験から算定される仕事 W と圧縮強度 σ との相関を検討した。その結果を図3に示す。図中の回帰直線からの強度の標準偏差は 32.5 (kgf/cm²)であり、相関係数は 0.92 である。したがって、両者の相関は十分高いと考えられる。

4. 結論

本研究で提案された、構造物の深さ方向の劣化の違いが判定できるような劣化度診断法のための1つの試みとして、強度推定のための針貫入試験が検討された。この針貫入の荷重と変位を連続的に測定することで、コンクリートの劣化度診断を行うことができる可能性は大きいと思われる。

なお本研究は、東北大学 三浦 尚教授の指導のもと行われた。

謝辞：本研究にあたり多大な協力を頂いた東北大学 4年 盛岡義郎君に深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) Hori, M. et al: Study of Diagnosis Method of Frost Damage of Concrete Based on Pore Structure Change, Transactions of The Japan Concrete Institute, Vol.13, p.187-194, 1991
- 2) 長田 光正・三浦 尚・堀 宗朗・斎藤 裕：針貫入によるコンクリート劣化度推定のための基礎的研究、第46回土木学会年次学術講演会講演概要集V、p.268-269、1991

表3 異なる変位速度による平均仕事 W の値

用いた配合	変位速度 (mm/min)	平均仕事 W (1/100kgfmm)
$W/C=51\%$	0.1	49.7
	0.2	56.7
	0.3	57.2
	0.4	59.1

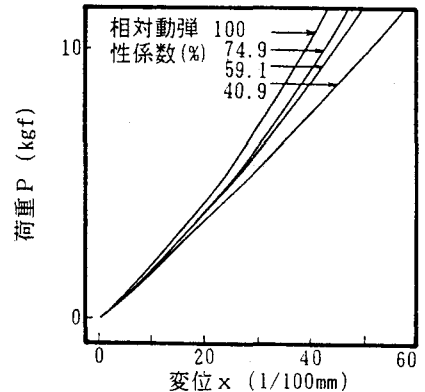


図2 推定される平均的な荷重と変位の関係 (グループⅡ)

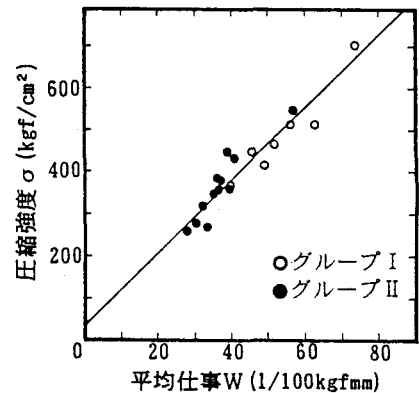


図3 圧縮強度と平均仕事 W の関係