

V - 3

凍害を受けたコンクリート構造物の劣化診断に関する基礎的研究

東北大学 学生員○畔柳 幹雄

東北大学 学生員 KOOI KAM SIEW

東北電力（株）電力技術研究所 正会員 斎藤 裕

1. 序

寒冷地で使用されるコンクリート構造物は、厳しい気象作用による凍結融解作用の繰り返しを受けることで、ひびわれ、ポップアウト、モルタルの剥離などの凍害を受け、コンクリートの強度低下に至る。従って、コンクリート構造物を維持管理し、補修の要否を判断するための簡便で信頼性の高い劣化度診断法の確立が望まれる。

これまでの研究により、新しい診断方法が提案された。この方法は、まず図1のように構造物表面から十分長いコア供試体を引き抜く。このコア供試体は凍害により構造物の深さ方向によって劣化度が異なると予想される。そこで、コア供試体の圧縮強度を求めたい部分から8個の円柱状小型試料を採取し、それぞれを室内実験（針貫入試験）に用いる。

針貫入試験は1コ的小型試料につき5箇所、合計40箇所針を貫入させ、連続的に測定される荷重－変位を適当な近似式（本研究では2次式）に置き換える。次に、貫入毎に得られた40本の近似式の係数を平均した代表式について、一定貫入量に必要とされる平均仕事量（一定貫入量までの積分）を求め、コンクリートの圧縮強度と平均仕事量の線形的な相関関係から圧縮強度を推定する試験法である。針貫入試験によりコア供試体の部分的な圧縮強度を推定、または健全と思われる深部を基準とし、推定圧縮強度を比較することにより、劣化度を診断する非破壊的試験法である。1）、2）

本研究では、入手及び加工が容易な5本の針を用意し、圧縮強度と仕事量の相関の良否や針の耐久性といった強度推定に関する影響を調べ、この試験法に最も適している針を選択することを目的とした。また上記のような圧縮強度の推定方法についての検討も行った。

2. 実験概要

本研究では、表1の配合により作製した3種の異なる強度のコンクリート供試体から直径20mm、長さ20mm程度の円柱状小型試料を採取し電動一軸圧縮試験機を用い、TYPE A～E（図2参照）の針による、針貫入試験を行った。なお骨材の影響を避けるため、モルタル部分にのみ針を貫入させた。

3. 実験結果及び考察

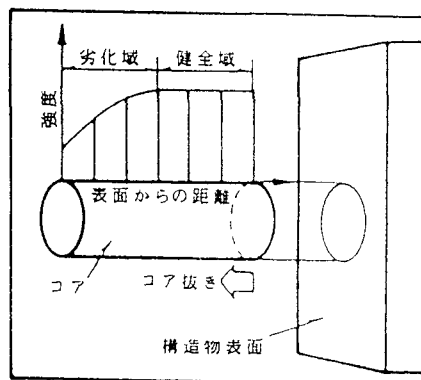


図1 構造物表面からの深さによる劣化度の分布の概念図

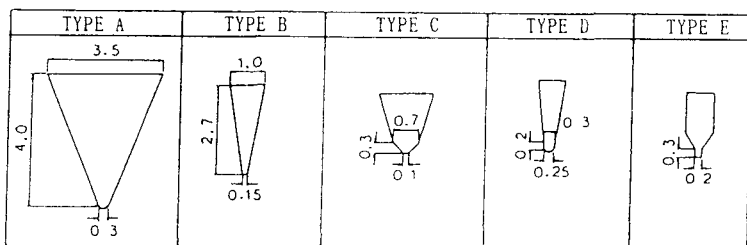


図2 各針の形状図

単位. mm

表1 コンクリートの配合表

No.	G _{max}	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×0.7%

A～Eの針を貫入させ、上記の方法で平均仕事量を算定した。それぞれの針についての平均仕事量(W)と一軸圧縮試験機により求めた圧縮強度(σ_c)の関係を図3に示す、ただし本研究では一定貫入量を0.2mmとした。図3のように、TYPE A,B,C,Dの針(円錐針)によって得られた平ら平均仕事量Wと圧縮強度には、同様な良い線形関係が見られるが、TYPE Eの針(円柱針)では相関関係がかなり悪いことが分かる。これはTYPE Eの針は先端面積が非常に小さく平であるため、針とコンクリートの接触面に荷重の増加にともなう高い応力集中が発生し、コンクリートがある程度の荷重に耐えた後、急激な破壊を起こす。この急激な破壊により測定データが滑らかにならず、近似式の精度が悪くなるからであると考えられる。

本研究に用いられたTYPE A,B,C,Dの針は図3のように相関関係の精度上ではどの針を用いても問題はないと思われる。しかし、ひとつの圧縮強度を推定するためには40回の貫入回数が必要となり、針の耐久性も重視される。TYPE Aの針はピンテスターと呼ばれる非破壊試験用の針で、必要な耐久性は十分であり、圧縮強度と仕事量の相関も最も良いことから、今回の研究結果ではTYPE Aの針が最適であると思われる。TYPE Aの針による圧縮強度と仕事量の関係は $\sigma_c = 8.54W$ である。

次に、TYPE Aの針を用い、圧縮強度の推定方法の検討を行った。圧縮強度と平均仕事量に線形的な相関関係があることから、一定貫入量(x)に必要とされる荷重(Q)、または一定荷重に達した時の貫入量(x)と圧縮強度(σ_c)との間にも相関関係があると予想される。測定データの代表式から求めた平均荷重(貫入量=0.2mm)および平均貫入量(荷重=7kgf)と圧縮強度との関係を図4,5に示す。図4,5よりどちらもよい相関関係があり、この2つの指標による強度推定は可能であると思われる。これらの指標を用いることにより、推定方法が簡略化されるため、より簡便な推定方法が可能になると思われる。

4. 結論

本研究ではTYPE A～Eの針のうち、針貫入試験に適した針としてTYPE Aの針を選んだ。今回用いた5本の針の結果では、針形状が円錐形であれば推定精度にそれほど大きな差はないと考える。

また、平均仕事量だけでなく、一定変位における平均荷重、及び一定荷重における平均変位の2つの指標を利用した、より簡便な強度推定法が可能であると思われる。なお本研究は、東北大学 三浦 尚教授の指導のもとに行われた。

5. 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、

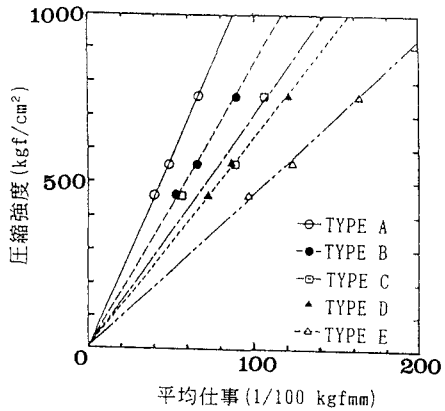


図3 各針の圧縮強度 σ_c と平均仕事量wとの関係

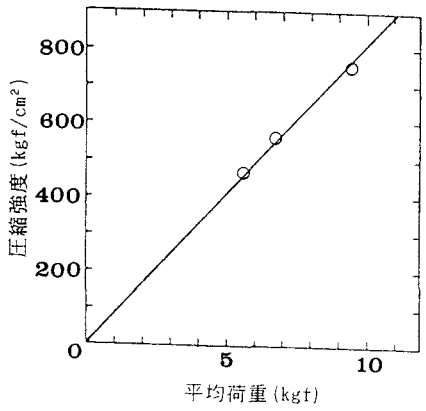


図4 圧縮強度 σ_c と平均荷重Qの関係

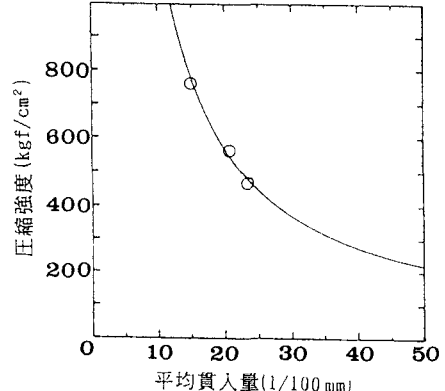


図5 圧縮強度 σ_c と平均貫入量xの関係