

コンクリートの強度推定に用いる針貫入試験機の開発に関する研究

東北大学大学院

○学生員

山守 亨

東北大学

正会員

岩城 一郎

東北大学

フェロー

三浦 尚

1. はじめに

非破壊検査に近いコンクリートの強度推定法として針貫入試験法が考案されている[1].

針貫入試験法とは、小さい径のコアに針を貫入させ、その際に測定される針の貫入量と針に加わる荷重の関係から強度を推定しようというものである。これまでの研究において、針貫入による強度推定は十分に可能であることが報告されており、針貫入試験用の試験装置も開発されているが（図・1参照）[1], 針貫入試験法の実用性、及び、試験装置の操作性などに関して研究、開発の余地が残されている。これらの点をふまえ、本研究では、

- ・針貫入試験に用いる針の開発を行い、針の先端形状がコンクリートの強度推定の精度に与える影響
- ・針貫入試験法の実用化に向けての試験方法の簡便化

の2点について検討を行った。

2. 針先端形状が推定精度に及ぼす影響

(1) 実験概要

過去の研究を基に図・2に示す5種類の針を選定し、各種針の先端形状が強度推定の精度に与える影響について比較検討を行った。本実験では6種（ $W/C=0.75, 0.65, 0.55, 0.45, 0.35, 0.25$ ）の強度の異なるモルタル供試体を作製した。それぞれの供試体から径2cm、長さ9cm程度のコアを採取した後、針貫入試験を行った。同時に各配合の圧縮強度も測定した。図・3に測定結果の一例を示す。

本実験では、強度の大きいモルタルほど針貫入に対する抵抗が大きいと考え、針の貫入量と針に加わる荷重の関係を最小二乗法を用いて回帰した回帰直線の傾きを強度推定の指標として用いることにした。各針の各配合それぞれの場合について得られた測定データの針の貫入量と荷重の関係を相関係数 r を用いて表し、その相関係数 r が0.95以上となる測定結果が40箇所分得られるまで試験を続け、得られた40の B_i （回帰式の傾き）の平均値を求め強度推定の指標 $\bar{B}$ とした。

(2) 実験結果及び考察

図・4にそれぞれの針の各配合に対する指標 $\bar{B}$ と圧縮強度の関係を示す。Type・CとType・Eを用いた場合が圧縮強度との相関がよく、相関係数は0.99以上であった。また、40箇所分の B_i （回帰式の傾き）のばらつきも、Type・CとType・Eが小さく、針の耐久性、加工性などに関しても問題点は見つからなかった。一方、Type・Dは試験途中で先端部分が折れてしまうことがあり、先端部分の耐久性に問題があることがわかった。また、Type・A、Type・Bは針先端部分の断面積が大きいので、強度が大きくなるとコアに針がささなくなってしまうという問題が生じた。Type・C、Type・Eの

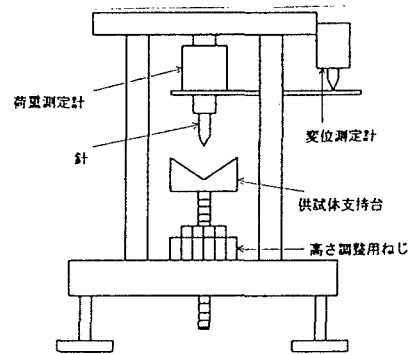


図-1 針貫入試験機

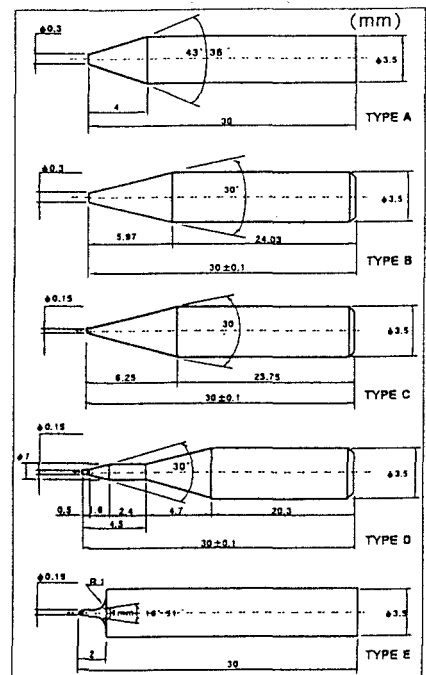


図-2 針の形状図

針を用いれば、低強度から高強度までの広い強度範囲を精度よく推定することが可能であると思われる。

3. 針貫入試験法の簡便化

(1) 実験概要

過去の研究のように針の貫入位置を目視によりモルタル部分に限定するのではなく、粗骨材を含めたすべての部分を無作為に貫入位置とした場合でも強度推定が可能なデータ処理方法を考案し、そのデータ処理方法を用いた場合の強度推定の精度について検討を行った。針の貫入位置をモルタル部分に限定しなければ、今までのように試験者が針をモルタル部分に移動させるという面倒な作業が省かれ、針貫入試験の全自動化が可能となる。

本実験では3種 ($W/C=0.65, 0.55, 0.45$) の強度の異なるコンクリート供試体を作製し、コアを採取し針貫入試験を行った。試験方法として、針の貫入位置を一定間隔 (コア軸方向0.2mm, コア回転方向2.5mm) でずらしながら、各配合について150箇所針を貫入させた。なお、針は2.1の実験で圧縮強度との相関が最も良かったType-Eを用いた。また、同時に各配合の圧縮強度を測定した。

(2) 実験結果及び考察

各配合について得られたBiのうち、2.1で述べた $r<0.95$ となるBi及び、粗骨材への貫入と考えられる $Bi>800$ となるBiを除き、残ったBiの上下20%を削除し、最後に平均値を求め強度推定の指標 $\bar{B}$ とした。なお、強度推定の指標を求める際に使用できるBi ($r>0.95, Bi<800$) の採取率はおよそ40%であった。

図-5に各配合について得られた指標 $\bar{B}$ と圧縮強度の関係を示す。指標 $\bar{B}$ と圧縮強度との相関は0.98と良いものであり、針の貫入位置をモルタル部分に限定しなくとも強度推定は可能であるという結果となった。また、本実験では針の貫入箇所数を150箇所としているが、針貫入試験法を実構造物に適用する場合、50程度の貫入箇所数でも強度推定の精度は同程度であることが確認された。

4. まとめ

(1) 針貫入試験に用いる針として、Type-CとType-Eが適していると考えられ、これらの針を用いることで、低強度から高強度までの広い強度範囲を精度よく推定することが可能であると思われる。

(2) 粗骨材の影響なども適当なデータ処理を加えることで小さくすることができ、針の貫入位置をモルタル部分に限定しなくとも、強度推定は可能であると思われる。

参考文献

1) 山守 亨・三浦 尚・西丸 知範：新針貫入試験機によるコンクリートの劣化度推定に関する研究，コンクリート工学年次論文報告集，Vol.18，pp.1251-1256，1996

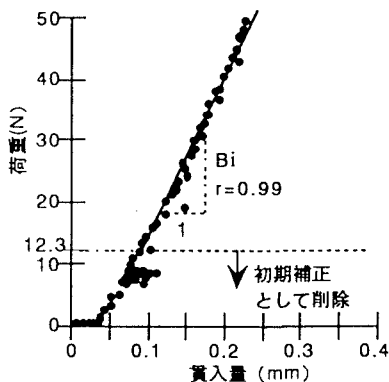


図-3 測定結果の一例 ($W/C=55\%$)

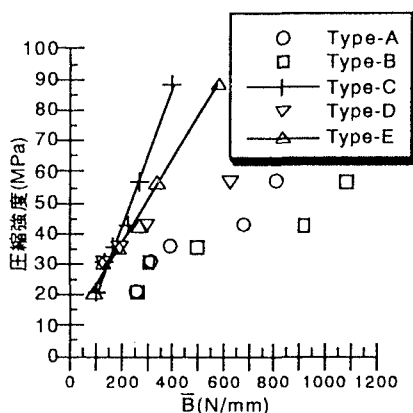


図-4 各針の指標 $\bar{B}$ と圧縮強度の関係

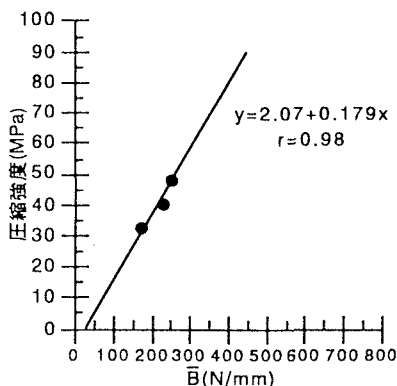


図-5 各配合について得られた指標 $\bar{B}$ と圧縮強度の関係