

東北大学 学生員 山田義博
 東北大学 正会員 岩城一郎
 東北大学 フェロー 三浦 尚

1. 研究の目的

厳しい環境下においてコンクリート構造物が使用される場合、コンクリート構造物に様々な劣化が生じることがある。コンクリート構造物に劣化が生じた場合、構造物が要求される耐力を十分に確保しているかどうかを正確に診断し、必要に応じて適切な処置を施さなければならない。

しかしながら既存の劣化診断法は実構造物への適用においてまだ様々な問題が残されているのが現状である¹⁾。

本研究は針貫入試験法を用いてコンクリートの劣化診断を行うものである。針貫入試験法を用いることで、非破壊に近い形で、コンクリート構造物表面だけでなく内部の強度も推定することが可能となる。そこで本研究では針貫入試験法のコンクリート内部の劣化診断に対する有効性を確認するために以下の検討を行った。

- (1) 針貫入試験による劣化診断法の実構造物に対する適応性の確認を行う。
- (2) 新しく作製された全自動針貫入試験装置を用いてその実用性の確認を行う。

2. 実験

各実験において針貫入に用いたコアは供試体からコアドリルを用いて採取した、直径 2cm、長さ 8cm 程度の円柱のコアである。1 回の針貫入試験で得られる針の貫入量と針に加わる荷重の関係を 1 次式 $Y=Ai+Bix$ で回帰し、1 本のコアについて回帰

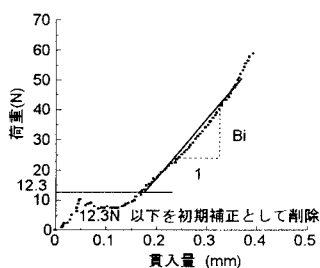


図-1 針の貫入量と針に加わる荷重の関係

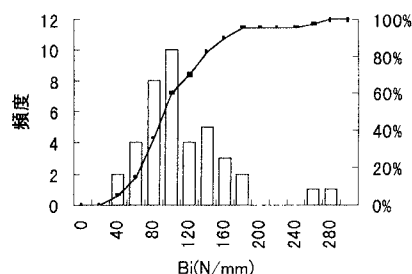


図-2 ヒストグラムの例

式の相関係数 r が 0.95 以上となる傾き Bi を約 40 箇所分得る(図-1 参照)。次にこの Bi をヒストグラムで表す。ヒストグラムの例を図-2 に示す。分布が正規分布に従うものと仮定し、不連続となっている Bi を取り除く。残った Bi の平均値を圧縮強度推定の指標 $B(N/mm)$ として用いる。次に実際に圧縮強度試験を行って得られた圧縮強度と針貫入試験を行って得られた指標 B の関係を図-3 に示す。相関係数は 0.99 であり両者の相関は十分に高いことがわかる。最小二乗法を用いて回帰直線をひくことで求められた式

$$\text{圧縮強度(MPa)} = 0.2105 \times B(N/mm) - 4.89 \quad \cdots (1)$$

を用いることにより、95%の信頼度で $\pm 4.1(\text{MPa})$ 程度の範囲内にコンクリートの圧縮強度を推定することが可能となる。この程度の推定精度であるならば実用上十分であると考えられる。

(1) 実構造物の圧縮強度分布

供試体は劣化した床版をほぼ垂直にコア抜きをしたもので、直径 10cm、長さが 20~30cm の円柱のものが 3 本である。劣化度の変化をとらえるために、床版下面から一定距離ごとに、針貫入用のコアを供試体側面から垂直

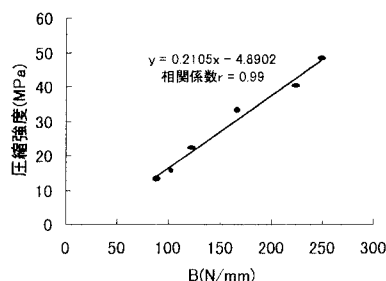


図-3 指標 B と圧縮強度の関係及び回帰直線

連絡先：〒980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉 06 東北大学大学院工学研究科土木工学専攻 Tel&Fax022(217)7432

に6～8本抜いた。それぞれのコアについて針貫入試験を行い指標Bを得る。

(2) 全自動針貫入試験

新しく作製された全自動針貫入試験機を用いて針貫入試験を行った。この全自動針貫入試験機は全自動でコアの回転、移動、データの取り込みが行えるもので、これにより試験時間の大幅な短縮が可能となる。この実験では、W/C=0.56、材齢517日のNon-AEコンクリートを用いた。

3. 結果

(1) 実構造物の強度分布

それぞれのコアについて針貫入試験を行い得られた指標Bから圧縮強度推定の式(1)を用いて圧縮強度を推定すると、床版下面からの距離と圧縮強度の関係は図-4,5,6のようになった。また各供試体の推定圧縮強度を平均した平均推定圧縮強度を表-1に示す。供試体3では明確なピークがなくほぼ一定の圧縮強度分布を示したが、他の供試体1,2では露出面から離れているほど圧縮強度が大きくなるという傾向が見られた。これは凍害などによる劣化が露出面から進行したものと考えられる。この橋梁の圧縮強度を測定した結果、圧縮強度は15(MPa)程度ということがわかっている。針貫入試験により求まる平均推定圧縮強度と比較してみると、両者の値はほぼ等しいことがわかる。

表-1 平均推定圧縮強度

	供試体1	供試体2	供試体3
平均推定圧縮強度(MPa)	15.1	14.5	14.7

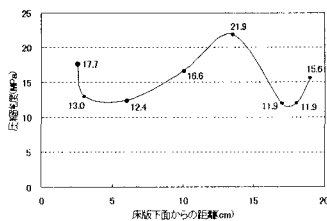


図-4 推定された圧縮強度分布(供試体1)

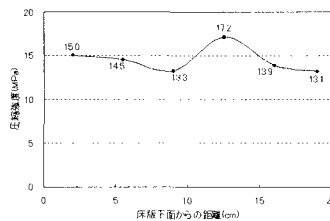


図-5 推定された圧縮強度分布(供試体2)

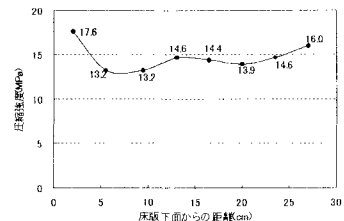


図-6 推定された圧縮強度分布(供試体3)

(2) 全自動針貫入試験

この実験では約80箇所について針貫入試験を全自動で行い、骨材に貫入した場合のBiを統計処理によって取り除き、得られた指標B(N/mm)から式(1)を用いて圧縮強度を推定したところ、39.7(MPa)となった。実際に圧縮強度試験を行った結果は40.0(MPa)であるので、非常によい推定値であるといえる。

これによりこの新しく開発された全自動針貫入試験機の実用性は十分であることが確認された。

4. まとめ

- (1) 針貫入試験のコンクリート構造物への適用を試みた結果、構造物内部の強度分布の推定が可能であることが確認された。
 - (2) 新しく作製された全自動針貫入試験装置を用いて針貫入試験法による強度推定の可能性を検討したところ、精度良くコンクリート強度を推定でき、十分実用的であることが確認された。
- 以上のことから、針貫入試験法は、コンクリート内部の劣化診断に有効な診断法であることが確認された。

参考文献

- 1) 魚本健人・加藤潔・広野進 共著：コンクリート構造物の非破壊試験検査，森北出版株式会社，1990。
- 2) 山守亨：コンクリート構造物の劣化診断に用いる針貫入試験機の開発に関する研究，修士論文，1997。