

1. まえがき 凍結融解作用をうけたコンクリートの劣化の程度を示す指標として妥当と思われるものを、いくつかとりあげ、それらを比較検討した結果の一部を昨年度の年次学術講演会で発表した。本文はさらに実験の範囲を広げ、また劣化指標の測定方法を一部改良して得られた結果について述べたものである。

2. 実験方法 凍結融解試験はASTM C-290 に準じて行なった。用いた供試体の配合等は表-1に示すとおりであり、試験開始時の材令は15日~16日である。使用したセメントは早強ポルトランドセメントで、細骨材は比重2.63、吸水量1.81%の陸砂、粗骨材は比重2.62、吸水量1.75%の碎石、また混和材料としてA.E剤を使用した。供試体は $10 \times 10 \times 40$ cm

表-1

種類	単位セメント量	水セメント比	細骨材率	スラフ	圧縮強度 σ_c
I	320 kg/m^3	40%	36.9%	0.5cm	416 kg/cm^2
II	320 kg/m^3	50%	36.9%	4.5cm	299 kg/cm^2
III	320 kg/m^3	65%	37.0%	18.0cm	154 kg/cm^2
IV	320 kg/m^3	80%	37.0%	22.5cm	118 kg/cm^2
V	320 kg/m^3	43%	39.6%	3.0cm	308 kg/cm^2

V: A.E.コンクリート 空気量4.0%

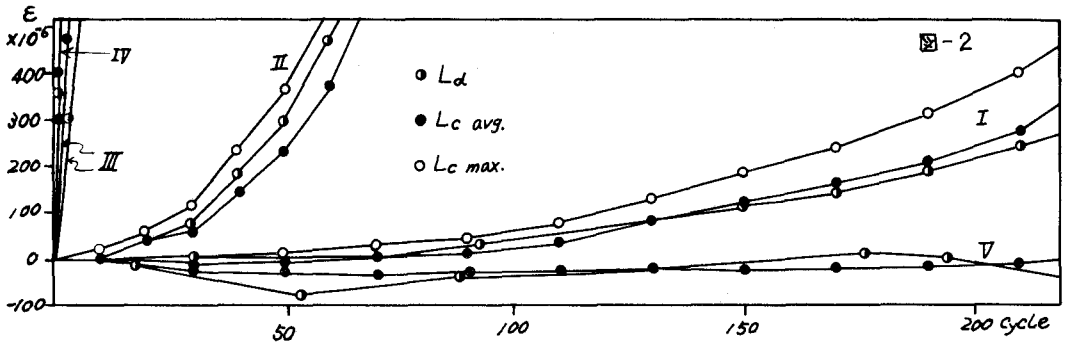
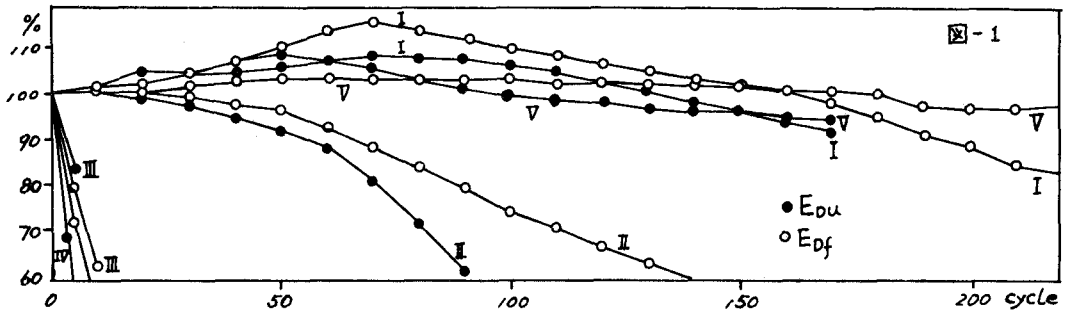
の角柱供試体と $\phi 10 \times 20$ cm の円柱供試体である。劣化指標としては、超音波方法(E_{ou})および共振方法(E_{of})による動弾性係数、ダイヤルゲージ(Ld)およびコンタクトゲージ(Lc)による長さ変化、さらに重量の5種類を用いた。各劣化指標の測定方法は前報とほとんど同じであるが、コンタクトゲージによ

る長さ変化率の測定では、標点として10mm角のしんちゅう板を貼付したものの他に、端面に標点ボールを打ちこんだ丸鋼を供試体中に約10mm埋めこんだものを使用した。

3. 実験結果および検討 超音波方法による動弾性係数によって各配合別のコンクリートの劣化性状をみると(図-1)、A.E.コンクリートと $\omega_c = 40\%$ のnon A.E.コンクリートでは、試験開始後も動弾性係数が試験開始時の値よりも増加するという傾向がみられ、劣化指標が劣化の程度を必ずしも反映していないと考えられる。また $\omega_c = 65\%$ 、 80% のnon A.E.コンクリートでは、凍結融解の繰返し回数が10回以内の極めて早い時期に、動弾性係数が試験開始時の50%程度まで減少し、試験開始後最初の測定ですでに受信波形の減衰が大きくなり、得られた超音波の伝播時間の信頼性がとばしいと考えられる。したがって超音波方法による動弾性係数を劣化指標として用いることは、特に凍結融解低抗性の大きい、あるいは小さいコンクリートにとっては好ましくない。

共振方法による動弾性係数は、凍結融解作用をうけるコンクリートの劣化指標として最も広く用いられている方法であり、一般に圧縮強度との相関性も高いとされている。今回の実験では前回報告した欠点の他に、供試体によっては一次共振振動数と思われる振動数がいくつか測定され、劣化が進むにつれてその値が真の一次共振振動数が判断に迷うことがあった。したがって共振方法による動弾性係数のみを測定して劣化指標とするには、やや問題があるように感じた。

ダイヤルゲージによる長さ変化率を劣化指標として用いた場合の結果(図-2)を動弾性係数を用いた場合と比較してみると以下の2つの特徴があげられる。その第1は $\omega_c = 65\%$ 、 80% のnon A.E.コンクリートでは、凍結融解作用による劣化が極めてばばしいけれども、 $5,000 \times 10^{-6}$ 程度のひずみにいたるまで、供試体の長さ変化をほぼ確実に測定できるということ。これは動弾性係数による劣化指標が凍結融解低抗性の小さいコンクリートに対しては、好ましくないと思われるのにくらべると大きな長所である。その第2はA.E.コンクリートと $\omega_c = 40\%$ のnon A.E.コンクリートの劣化程度の違いが明らかにでていること。これは動弾性係数の測定では、観察による劣化状態の差異ほど顕著に両者の差が指標にあらわれなかったのに対して、長さ変化率ではA.E.コンクリートが試験開始時よりほとんど収縮の傾向を示しているのに、 $\omega_c = 40\%$ のnon A.E.コンクリートが、逆に膨張を示し



であり両者の差が明白となっている。ただ A.E.コンクリートの指標にあらわれる収縮の挙動は必ずしも試験目的にあてはまらないのではないかと考えられ今後の検討を要する問題であらう。

コンタクトゲージによって長さ変化率を測定する際の標点として、一般にはしんちゅう板貼付の方法がとられているが、今回の実験における $w/c = 65\%$ 、 80% の non A.E.コンクリートでは、凍結融解作用による表面の劣化がはげしく、ほとんど標点として復立らなかった。したがって、しんちゅう板貼付の標点と丸鋼埋め込みの標点との間の測定値の比較検討を行なう。ところで、劣化指標としての考察には、丸鋼埋め込みの標点で測定した結果を用いた(図-2)。コンタクトゲージによる供試体四面の長さ変化率の平均値は、各配合のコンクリートともダイヤルゲージによる測定値とほぼ同じであった。したがって供試体四面の表面の長さ変化の平均値がほぼ供試体中心の長さ変化になってあうわれていると考えてさしつかえないだろう。このことは測定に時間がかかるコンタクトゲージよりも、簡便なダイヤルゲージの方が実用価値が大きいことを示している。また一般のコンタクトゲージは、測定器の可動標点の作動可能範囲がせまいために、劣化による膨張のはげしいコンクリートでは、ごく早い時期に長さ変化が測定できなくなる欠点を有している。したがって劣化指標としての長さ変化率を求めるにはコンタクトゲージよりダイヤルゲージの方がすぐれているといえる。ただコンタクトゲージ法では供試体四面のひずみを個別に測定しているために、凍結融解作用による最も膨張量の大きい面をとらえることが可能であり、たとえば $w/c = 50\%$ の non A.E.コンクリートでは、長さ変化率が最大の面は最小の面より 50% 程度大きめのひずみを示しており、供試体の劣化が均等に進んでいないことを示している。

$w/c = 65\%$ 、 80% の non A.E.コンクリートの重量変化は、試験開始後約 30 サイクル位まで試験開始時より増加して測定された。これは凍結融解作用によりコンクリート内部に多くの空隙が生じその中に水が充満し、見かけの重量が大きくなったためと考えられるが、前回報告した指標としての鋭敏性に欠けるという点とともに、劣化指標としての重量減少率の欠点といえる。

4. まとめ 今回の実験の範囲の中で比較した劣化指標では、ダイヤルゲージによる長さ変化率が最も実用価値が大きいと思われる。ただ凍結融解試験中の材令の増加に伴う強度の増加等の影響を除いて、凍結融解作用のみによって実質どれ位の劣化が生じているのかを測定することは今後検討を要する問題であらう。