

東北大学	正員	○三浦 尚
東北大学	正員	後藤 幸正
東北大学	正員	阿部 喜則

1. まえがき

近年我が国においては、都市ガスに、あるいは火力発電所の燃料として、新しい無公害のエネルギーである天然ガスの使用量が増大している。それに伴ない、液化天然ガス(LNG)貯蔵用タンクの建設量が増えており、今後のエネルギー予測からしても今後も増え続けるものと思われる。LNGの沸点が-162°Cと大変低温となるため、その貯蔵用タンクの材料もかなりの低温で使用されることになる。そのため最近では貯蔵用タンクの材料としては低温で強く経済的な鉄筋コンクリートが使われており、将来は運搬用のタンカーにもコンクリートが使われるものと思われる。このようにコンクリート構造物が極低温下で使用された場合に問題となる事項には、鉄筋の性質や鉄筋とコンクリートの付着性が極低温などのように変化するかということもあるが、オーストリアにはコンクリートそのものの性質の変化である。すなはちコンクリートの温度が低下するとその性質も大きく変化するということと、温度が低下する際の熱衝撃によって劣化するものもあるということである。コンクリートの性質の変化の原因はすでにその中に含まれる水の影響によるものであろうということは予想されているし、劣化に対してもコンクリート中の含水量の影響するであろうと予想できる。

本研究は以上のことから、極低温下で使用されるコンクリートの性質と含水比との関係について、主として強度に関するものと、劣化に関するものとを取りまとめてものである。

2. 使用材料

セメントは早強ポルトランドセメント、粗骨材は宮城県丸森産の砂石(比重2.86, 吸水量0.76%)、細骨材は宮城県白石川産川砂(比重2.55, 吸水量2.32%)である。コンクリートの配合は実験項目によって異なるので、結果のみ示す。

3. 実験方法

供試体は、圧縮強度用には $\phi 10 \times 20\text{ cm}$, 引張強度用には $\phi 15 \times 20\text{ cm}$ の円柱供試体、動弾波系数測定用には、 $10 \times 10 \times 40\text{ cm}$ の角柱供試体を用いた。

3-1 強度試験

供試体の養生方法を種々に変え、各種の含水量のものを作った。それらを低温槽の中に入れ、供試体表面と中心との温度差を大きくしないようコントロールしながら徐々に冷却した。所定の温度で供試体温度が一定になった時に供試体を取り出し、すばやく載荷した。また供試体を槽から取り出してから試験終了までの時間を計り、その間の温度上昇分の補正を行った。

3-2 劣化試験

円柱供試体と角柱供試体を液体窒素(温度-196°C)を満たした槽内に漬け、供試体温度が一定(-196°C)になった後取り出した。その後、室温20°Cの恒温室、又、氷温20°Cの恒温槽内で常温にまで放置した。そしてこれを熱衝撃の1サイクルとし、湿润状態の供試体については各1サイクルごとに、乾燥状態の供試体については3サイクル、6サイクルごとに圧縮強度を測定した。動弾波系数については、いずれの場合も各1サイクルごとに測定した。

4. 実験結果及び考察

一例として図-1に圧縮強度増加量と温度・含水量との関係を示す。これは前に発表した-160°Cにおける圧

縮強度増加量と含水量との関係(図-2)¹⁾が各温度についても成立することを示したものである。この図においては、-120°C以下の温度では、ばらつきが大きいので少し安全側の所で線を引いている。これかられらから配合や状態における各温度のコンクリート強度を推定する事が可能となる。²⁾

また図-3の関係から、引張強度に関しても同様

な関係があることがわかれり、簡単に関係図を作ることがができる。引張強度が推定できること重ね縫手強度や、足着強度も推定できることになり³⁾大変便利である。

図-4には熱衝撃回数と相対弾性係数との関係の一例を示す。配合はプレーンコンクリートは $w/c = 56\%$ 、単位セメント量 $C = 346 \text{ kg/m}^3$ 、AEコンクリートは $w/c = 50\%$ 、 $C = 346 \text{ kg/m}^3$ 、空気量約4%、高強度コンクリートは $w/c = 26\%$ 、 $C = 600 \text{ kg/m}^3$ である。

図-2 圧縮強度増加量と含水量

プレーンコンクリートの内、湿潤状態のものは、含水量約7%，乾燥状態のものは約5%であった。

これより、熱衝撃によるコンクリートの劣化の程度は、そのコンクリートの強度や含まれる空気量の影響より、コンクリート中の含水量の影響の方がずっと大きいことがわから。

以上極低温下におけるコンクリートの性質と含水量との関係を調べる研究の結果の一部を示したが、含水量の影響が大変大きく重要であることがわから。

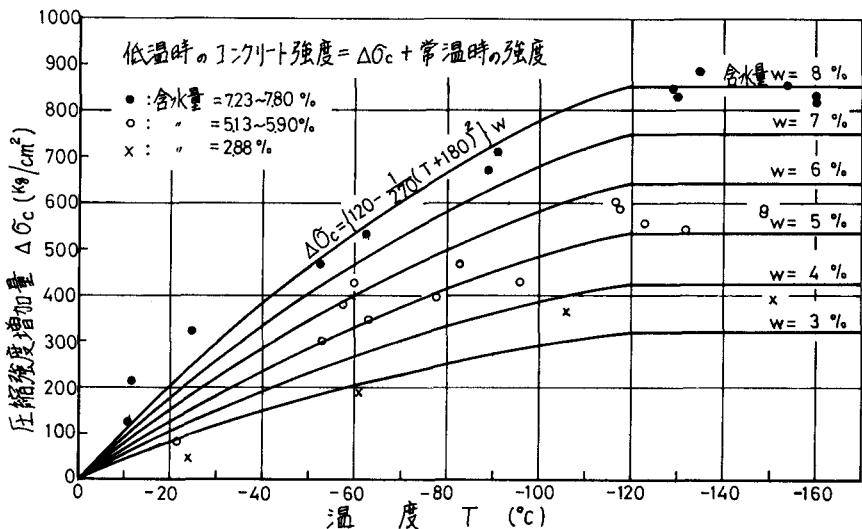


図-1 圧縮強度増加量と温度、含水量との関係

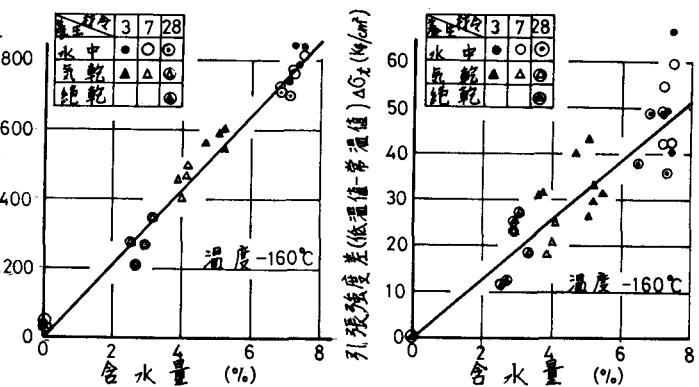


図-2 圧縮強度増加量と含水量

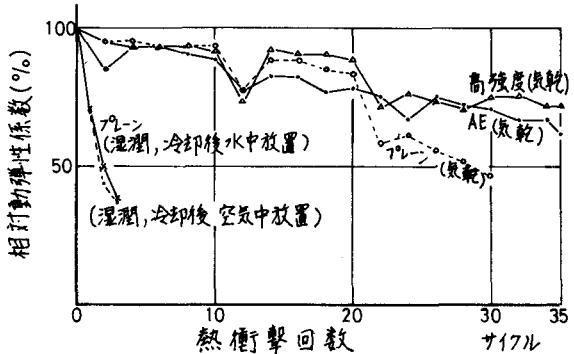


図-4 热衝撃回数と動弾性係数との関係

- 1). 後藤、三浦、阿部; 極低温下におけるコンクリートの性質について 第30回年次学術講演会 昭和50.10
- 2). 三浦、阿部、神長; 極低温下におけるコンクリートの性質について 東北支部技術研究発表会 昭和52.3
- 3). 後藤、三浦; 極低温下における鉄筋の縫手および足着に関する研究 日本コンクリート工学会シンポジウム 昭和51.3
- 4). 三浦、小島、垣内; 極低温の熱衝撃を受けるコンクリートの劣化について 東北支部技術研究発表会 昭和52.3