

東北大学 正員 佐藤幸正
 東北大学 正員 三浦 尚
 東北大学 正員 O阿部素則

1. まえがき

近き都市ガスあるいは火力発電所の燃料として、大気汚染の少ないと言われる天然ガスの使用が増加しており今後ますます増加する傾向にある。そしてそれに伴ない天然ガスと貯蔵、運搬する設備の建設もさかんに行なわれている。従来、天然ガスと貯蔵、運搬するためのタンクは鋼製のものが主であったが、最近では経済性、安全性の点から、鉄筋コンクリート製のタンクが多く使われるようになった。また近い将来には、鉄筋コンクリートあるいはプレストレストコンクリート製の液化天然ガス運搬用バージも作られようとしている。

液化天然ガスタンクの材料にコンクリートを使用する場合、天然ガスの沸点が -162°C であるため、コンクリートも極低温にまで冷やされることになる。そしてそのような場合のコンクリートの性質は、常温の場合とかなり異なるため極低温時の安全性を確認しておく必要がある。今日までにも低温におけるコンクリートの性質に関する研究は多少行なわれているが、それも -40°C 程度までのものが多く、 -160°C 程度の極低温のものは少ない。

本研究は以上のことからコンクリートが -160°C 程度に冷やされた場合に、性質がどのように変化するが、特に、極低温時にはコンクリート内部に含まれる水分が凍結するために強度が上ると考えられているので、強度と含水量との関係、あるいは強度に及ぼすセメントの種類、養生方法、材令、水セメント比、空気量等の影響を調べることとした。

2. 実験材料

セメントは、普通、ならびに早強ポルトランドセメント、細骨材は、宮城県白石川産(比重2.55、吸水量2.32% FM3.27)、粗骨材は宮城県大岩山産砕石(比重2.86、吸水量1.45%)、混和剤は、非イオン系セメント分散剤、である。

3. 実験方法

この研究で一番問題になる点は供試体の温度管理である。供試体は断熱材で作った箱の中に入れ、液体窒素を箱の隅に噴射することによって温度を下げたが、試験を行なう場合にはそれを箱から取出さなければならない。したがって、あらかじめ箱から取出した時から試験を終了する時までの時間も求めておき、ちょうど試験が終了する時に供試体温度が $-160^{\circ}\pm 10^{\circ}\text{C}$ になるように箱の隅の供試体の温度を調節した。

試験項目は、圧縮強度試験、引張強度試験、弾性係数測定、及び曲げ強度試験で、それぞれ常温の場合と比較を行なった。

含水量のちがいを調べるため、水養生のもの、気乾状態のもの、それに試験の前に絶乾状態にしたものの3種類について試験をした。水養生のものは水分の変動を防ぐため、水から取出した直後パラフィンでシールして試験をした。

4. 実験結果及び考察

実験を行なった結果、コンクリートを極低温まで冷やしたために増加する強度、すなわち(極低温時の強度)-(常温時の強度)=(強度差)は、供試体の含水量の影響が大きく、セメントの種類、養生方法、材令、水セメント比、及び空気量の影響はあまり大きくないことがわかった。図-1に圧縮強度試験の結果を示す。この図でプロットされている点1つは供試体3本の平均値を示している。これから、今回実験した範囲内においては、極低温時の圧縮強度と常温時の圧縮強度との強度差は、養生方法、材令、セメントの種類、等にかかわらずほぼ含

水量に比例し、強度差 $\Delta\sigma \approx 10.7W$ の関係があることがわかった。

図-2に引張試験の結果を示す。この図にプロットされている点は供試体1つの値である。これから引張強度に關しては圧縮強度の場合よりばらつきは大きい、傾向としては圧縮強度の場合と同様であり、極低温時の引張強度との強度差は、養生方法、等にかかわらず、ほぼ含水量に比例し、強度差 $\Delta\sigma = 6.4W$ の関係があることがわかった。したがって、極低温時と常温時の強度差は、引張強度は圧縮強度の約6%程度であることがわかる。

図-3に応力-ひずみ曲線測定結果を示したものである。水中養生した供試体の低温時のものは、破壊直前で直線化し、常温のものとは比べ、異なる性質が認められる。そして、割断弾性係数は約 6.0×10^5 程度で常温値の2倍に達した。又、含水量による弾性係数のちがいは、圧縮強度及び引張強度と同様、含水量が増えるにしたがって極低温時の値と常温時の値との差が増加する傾向を示した。

四げ強度に關しては、未だ実験中であり、くわしい結果が得られていないが、極低温時の強度は、常温時の3倍程度になるようである。

5. まとめ

以上、コンクリートの極低温下 (-160°C 程度)における性質を調べたが、圧縮強度、引張強度、弾性係数共に、コンクリートの含水量が増えるにしたがって増え、特に圧縮強度と引張強度に關しては、極低温時と常温時の強度の差は、ほぼ含水量に比例していると考えても良い。

なおこの研究を実施するに当り、東北大学鈴木基行氏の協力を得た。ここに心から感謝をいたします。

図-1 圧縮強度差と含水量の関係

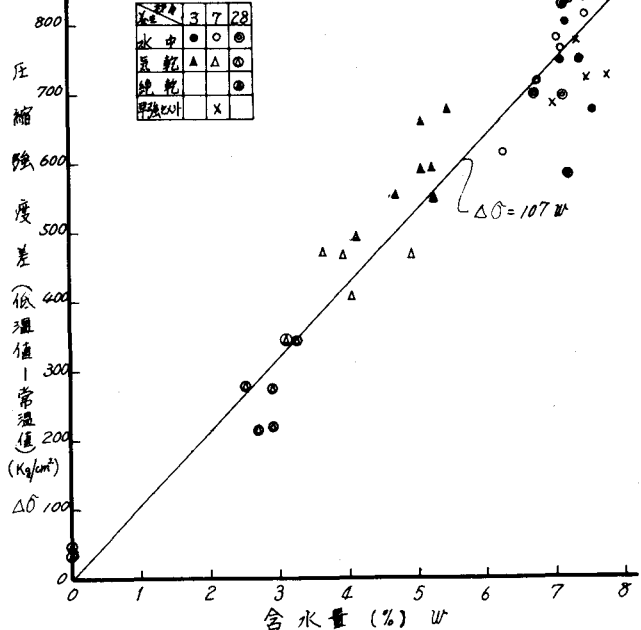


図-2 引張強度差と含水量の関係

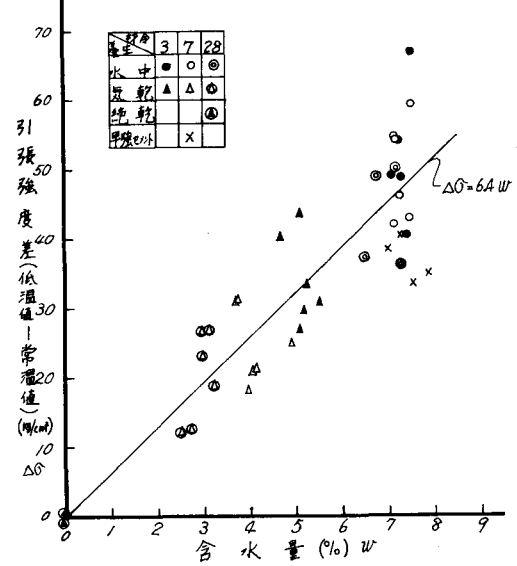


図-3 応力-ひずみ曲線

