

極低温下におけるコンクリートの性質について

東北大学 正員 三浦 尚
東北大学 正員 阿部喜則
東北大学 学生員 〇神長耕二

1. まえがき

近年、天然ガスは経済の安定成長への移行、環境保全といった経済的・社会的見地からも、無公害で効率的なエネルギーとして、その必要性は、ますます増大している。天然ガスは、 -162°C で液化して貯蔵されるが、その貯蔵タンクとしては、建設費・維持管理費が安く安全性の高い鉄筋コンクリート製のタンクが最も適しているといわれている。その建設材料であるコンクリートの性質として、常温においては、含水量の影響はあまり大きくないが、極低温下においては、その影響が大きいということが、当研究室のこれまでの種々の研究からも明らかになっている。そこで、今回は、コンクリートの基礎的性質である圧縮強度と引張強度について、温度と含水量を変化させて調べ、これまでの研究と合わせ、比較・検討してみた。

2. 使用材料

セメントは、早強ポルトランドセメントを使用し、粗骨材は、宮城県丸森産の砂石(比重2.86、吸水量0.76%)で、使用粒度は、

$20^{\sim}15^{\sim}15^{\sim}10^{\sim}10^{\sim}5^{\sim}$ と、3種類にフルイ分けて使用した。細骨材は、宮城県白石川産川砂(比重2.55、吸水量2.32%)を使用した。混和剤は、ポリオキシエチレンアルキルアリエーテル型非イオン界面活性剤に属するセメント分散剤で、セメント重量の0.06%を使用した。表-1に、実験で使用するコンクリート配合を示す。

表-1 配合表

粗骨材 の最大 寸法 (mm)	スランプ の範囲 (cm)	空気量 の範囲 (%)	水セメント 比 w/c (%)	細骨材 率 s/a (%)	単 位 量 (kg/m ³)							混和剤 (cc)
					水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G				
								20~15	15~10	10~5		
20	11±1.0	4±0.5	50	40	190	380	611	334	556	222	228	

3. 実験方法

供試体は、圧縮用には、 $\phi 10 \times 20 \text{ cm}$ 引張用には、 $\phi 15 \times 20 \text{ cm}$ の円柱供試体とし、表-2のように養生状態を変えることによって含水量を変化させた。冷却は、断熱材で作った低温槽の中に供試体を入れ、液体窒素を噴射することによって行

ったが、このとき水中養生の供試体は、含水量の変化を防ぐため、水中から取り出した後、直ちにパラフィンでシールし、低温槽の中に入れた。強度測定用供試体

表-2 養生方法と平均含水量

冷却 (B)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	平均含水量
A	打	キ	脱	水温20±1°Cの恒温槽にて水中養生											試験							7.49 %
B		ャ	型	気温20°C湿度50%の恒温恒湿室にて気乾養生											試験							5.37 %
C		ッ	養生												110°Cの乾燥器にて15時間強制乾燥後試験							2.88 %
D	設	ピン	開始												110°Cの乾燥器にて3日間強制乾燥後試験							0.56 %
E		グ													110°Cの乾燥器にて14日間強制乾燥後試験							0.20 %

と共に、温度測定用供試体($\phi 10 \times 20 \text{ cm}$ の円柱供試体の中央部と上面より1cmの2箇所)に熱電対(cc)を埋め込んだものを入れ、供試体中央部と表面1cmの温度差が20以内になるように徐々に冷却した。試験は行なおうとした温度に達したとき、窒素ガスの噴射をやめ、供試体全体が同一温度に落ち着いてから供試体を低温槽より取り出し、試験を行った。このとき、供試体を槽より出してから試験が終了するまでの時間をほかり、あらかじめ

測りてある室温に放置したときの供試体温度上昇曲線より試験終了時の温度を推定し、これをその供試体の試験温度とした。

4. 結果と考察

圧縮強度試験の結果を図-1に示す。ここでいう圧縮強度増加量とは、低湿値と常温値(20℃)との強度差のことである。今回の結果及び今回まで行なってきた他の研究の結果によ¹⁾て、圧縮強度増加量は、コンクリートの含水量が増加するに従って増大し、-120℃程度までは、温度が低下するに従って増大することがわかった。また、圧縮強度増加量と含水量とは、ほぼ比例することがわかっているので、圧縮強度増加量($\Delta\sigma$ kg/cm²)、含水量(w %)、温度(T ℃<0)の間に、次の式を仮定した。

$$\Delta\sigma = \left\{ 120 - \frac{1}{270}(T+180)^2 \right\} w$$

この式は、図-1の実線でも示しているが、これよりコンクリートの圧縮強度増加量と含水量、試験温度との関係は、ほぼ上式に近似していることがわかる。特に、実際の構造物の状態である含水量が3%以上の部分では、大変良く合っている。

次に、引張強度増加量と温度の関係を図-2に、-160±10℃における引張強度増加量と含水量の関係を図-3に示す。この2つのグラフから、引張強度でも圧縮強度と同様な関係があると推定されるが、今回行った実験では、供試体を常温中に取り出して試験したためか、引張試験のデータのばらつきが大きくて、それらの関係をはっきりつかむことができなかった。

参考文献 1) 後藤 三浦 両部; 土木学会30回
年次講演会講演集 Ⅷ-5,
昭50.10 P165~166

