

東北大学 学生員 ○ 長谷川明巧
東北大学 正員 三浦 尚
東北大学 学生員 藤原 正雄

1. まえがき

ＬＮＧ貯蔵コンクリート製タンクの壁体では、ガソリの低温にさらされ、内外温度差による温度応力やＬＮＧの出入りともなる冷熱衝撃とその繰返しを受けるおそれがあり、場合によっては、コンクリートが劣化することが考えられる。従来より、冷熱衝撃を受けるコンクリートの劣化に関する研究は行なわれているが、まだ、その劣化機構は解明されていない。そこで、本研究では、コンクリートの劣化機構に歪の面から接近することとを試み、液体窒素（-196℃）を用いて、コンクリートの配合（水・セメント比）、含水量（気乾または水中養生）及び冷却速度（断熱材の有無）の違いが、冷熱衝撃を受けるコンクリートの歪変化に与える影響及び歪と劣化の関係について調べた。

表-1 コンクリートの配合

配合 記号	粗骨材 最大粒径 mm	スラブ 厚さ cm	水 量 % w/c	セメント 量 % w/c	細骨 材率 %	単 位 量 (kg/m ³)					
						水 W	セメント C	粗骨材 S	細骨材 G	断熱材 AE剤	AE剤
P56	25	11±1	21.05	56	42	194	346	714	1125	—	—
P56AE	25	11±1	61.05	56	40	172	307	675	1155	—	0.152
P46	25	11±1	21.05	46	39	165	359	688	1200	2.15	—
P36	25	11±1	21.05	36	37	155	431	640	1237	3.45	—

2. 実験材料及びコンクリートの配合

実験に用いたセメントは、住友早強ポルトランドセメント、細骨材は、宮城県白石川産川砂、粗骨材は、宮城県丸森産砕石である。

コンクリートの配合を表-1に示す。

3. 実験方法

10×10×40^{cm} 両柱状試体を用い、28日間養生後試験を開始した。供試体を液体窒素中に浸漬冷却させ、供試体中心温度が-196℃に達した後、これを温度線と張りめぐらせた箱に入れて温めた。前者を冷却過程、後者を温度回復過程とし、両過程で冷熱衝撃一回とする。

以上の方法で、次の試験を行なった。

(1) 歪測定試験： 供試体側面に低温用歪ゲージを貼付し、冷熱衝撃を一回与え、この過程にともなう歪変化を連続的に測定し、同時に、供試体の表面と中心の温度を測定した。

また、同試験を%56%のモルタル供試体（4×4×16^{cm}）及び骨材片（1×4×6^{cm}）についても行なった。

(2) 繰返し冷熱衝撃試験： 供試体温度+20~-196℃間の繰返し冷熱衝撃試験を行ない、冷熱衝撃一回毎に弾性係数を測定するとともに、歪ゲージを用いて連続的に歪変化を測定した。

4. 実験結果及び考察

(1) 歪測定試験： コンクリート供試体の試験結果を図1にて示す。図-1は、水・セメント比の異なるコンクリートの温度回復過程における供試体表面温度と歪の関係を表わしたもので、膨張現象を示しているが、-30℃付近で収縮に転ずる傾向がある。また、断熱材を巻くと、転ずる温度はかわらないが収縮量は小さくなる。特に、%36%の場合には、他%でみられるこの収縮に転ずる現象がみられない。これは、強度が増したことで、含水量が小さく密実であることから、水の凍結融解による体積変化が小さくなるためと思われる。

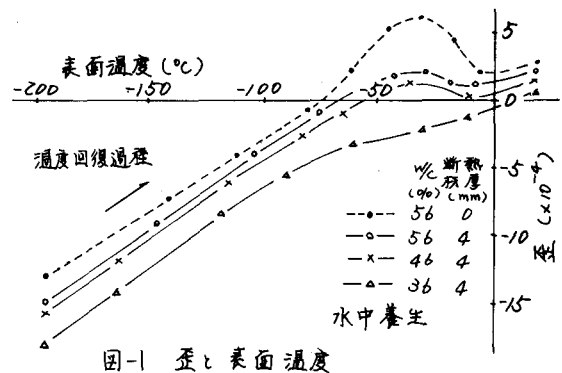


図-1 歪と表面温度

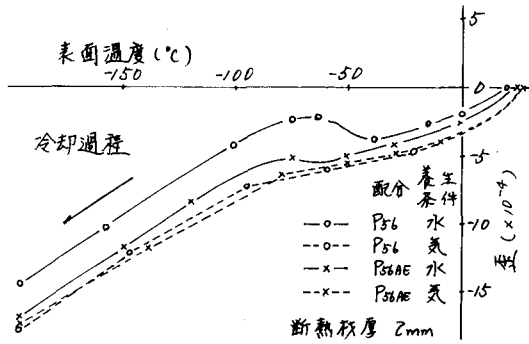


図-2 歪と表面温度

図-2は、%56プレーフ及びAEコンクリートで、水中または気乾養生を行なうに供試体の冷却過程における表面温度と歪の関係を示したもので、収縮現象と表わしており、-50℃付近で収縮から膨張に転ずる変化がみられ、温度回復過程時と転ずる温度が異なる。これは、冷却過程時では、中心と表面との温度差が大きいために内部の凍結の遅れが、表面温度がかなり低くなって歪にあらわれるからだと思う。水中養生のものでは、AE剤を用いることにより、プレーフコンクリートに較べて、-50℃付近での歪変化がかなり小さくなる。一方、気乾養生のものでは、AE剤の使用如何にかかわらず、-50℃付近の歪変化はみられない。これは、AE剤の使用または気乾養生を行なうことにより、コンクリート中に空隙が増し、水の残留変化を吸収したためと思われる。

図-3は、モルタルと骨材の試験結果を示している。これより、モルタルはコンクリートと同じような性状を示すことがわかる。また、骨材では-196℃時の収縮歪値は小さく、しかも、温度回復過程の+20℃時の歪は零となった。これは、使用した骨材が密実で良質であるためと思われる。

以上より、従来の研究で報告されている水セメント比、含水量の劣化に与える影響及び断熱材の効果が歪の面からも知ることができたのではないかと思われる。

(2) 繰返し冷熱衝撃試験：歪測定試験の-196℃と+20℃時の歪値に着目して、これらの値と劣化との関係を調べたもので、図-4にこの結果の一例を示す。これより、繰返し回数にともなう相対動弾性係数の減少と-196℃時の収縮歪値の減少及び+20℃時の残留膨張歪値の増大には、強い相関関係がみとめられる。

なお、この研究は文部省科学研究補助金を受けて実施されたものである。

参考文献：三浦、後藤、小島「極低温の繰返しを受けたコンクリートの劣化に関する研究」コンクリート工学年報 1979

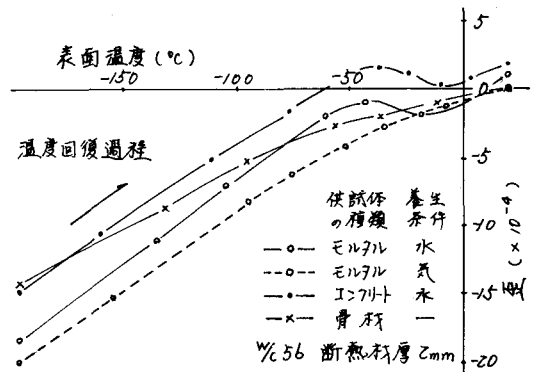


図-3 歪と表面温度

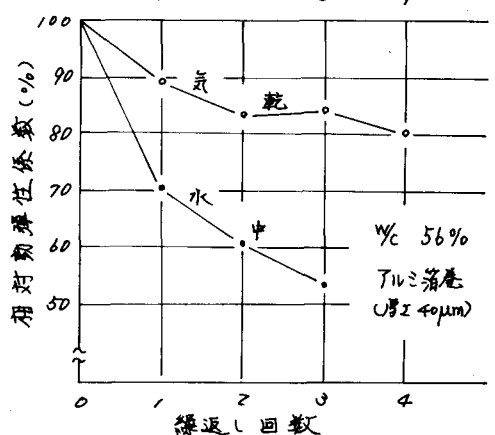
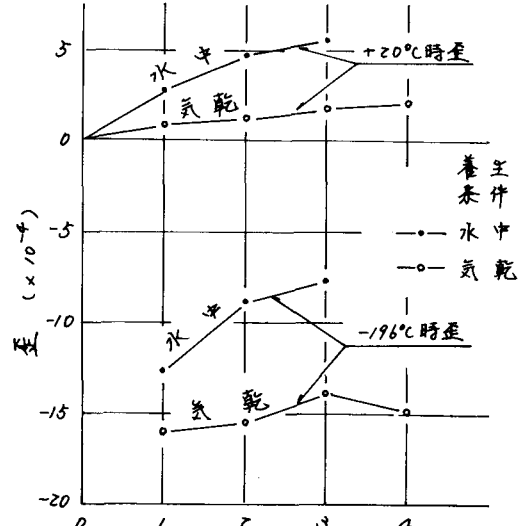


図-4 繰返し冷熱衝撃試験