

冷熱衝撃を受けた鉄筋コンクリートの耐力低下に関する一実験

東北大学 会 員 ○阿部 昌則

東北大学 会 員 三浦 尚

東北大学 学生員 木村 博英

1) まえがき

電力発電、都市ガス等に、液化天然ガス(LNG)が大量に利用され、その運搬、貯蔵設備に、鉄筋コンクリートおよびプレストレスト・コンクリートが用いられている。具体例として、貯蔵タンクの構造物、非常時の安全確保のための既設堤、パイプラインを使って輸送する場合の、パイプライン管を保護したり、支持したりする構造物などがある。LNGは、周知のとおり沸点 -162°C と極めて低温であるため、この施設であるコンクリートも、長い年月において、徐々に極低温下にさらされ、あるいは不慮の事故等により急激に極低温下にさらされる。この様な種々の状態下でのコンクリートの諸性質については、未だ明らかにされていない事項が多い。

本研究は、LNGをパイプラインを使って輸送する場合、パイプライン管を支持したり、保護したりするための構造物に、鉄筋コンクリートおよびプレストレスト・コンクリート製のカルバートを用いた場合、この構造物が地震等により、極低温液体の急激な冷熱衝撃を受けた時に、その構造物の耐力にどのような影響をおよぼすか、実験的に調べたものである。

2) 使用材料

配合は表-1に示す。早強ポルトランドセメント、川砂(比重2.52)、碎石(比重2.86)、鉄筋D10(SD30)、P.C鋼棒 $\phi 13^{\text{mm}}$ 、平均圧縮強度 $=44.1\text{ kg/cm}^2$ 、平均引張強度 $=30.8\text{ kg/cm}^2$ 、P.C供試体緊張量 53 kg/cm^2 を用いた、配合は劣化が著しいと思われるNON-AEコンクリートを用いた。

表-1 配合表

最大寸法 (mm)	スラップ厚 (mm)	水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	単位量 (kg/m³)						
				水	セメント	細骨材	粗骨材			
							25	20	15	10
25	100	50	41	194	388	689	259	302	203	360

3) 実験方法

供試体の形状寸法は図-1に示す。実験はRC、P.Cの2種で、3つのケースについて行なった。(図-1,2参照)

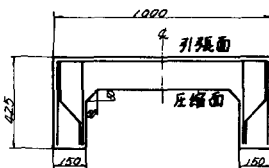
ケース① 両脚部を拘束されたRC、P.C部材で引張面側だけに、冷熱衝撃を1回受けたもの(実験後、空中放置)

ケース② 無拘束のRC、P.C部材で、圧縮面側だけに、冷熱衝撃を1回受けたもの(実験後、空中放置)

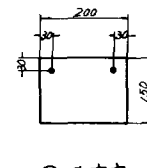
ケース③ 両脚部を拘束されたRC部材で、冷熱衝撃5回繰り返しを受けたもの(実験後、+20℃の水中に浸す→翌日冷熱衝撃実験)

供試体は2体ずつ打設し、それぞれ冷熱衝撃を受けたものと、受けないものとし、翌日常温下で曲げ強度の比較を行なった。脱型後、水中養生を行ない、材令14日で取り出し、ただちに装置をセットし、冷却面へ一気液体窒素(-196°C)を注ぎ込み、反冷却部面の温度が 0°C 以下になるまで、冷却し続けた。

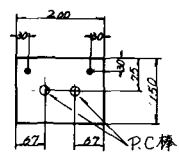
4) 測定事項



配鉄図



R.C中央断面



P.C中央断面

単位 mm

図-1 供試体の形状寸法

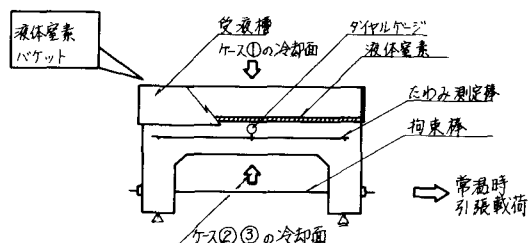


図-2 実験装置

- a) 温度変化 (コンクリート中に埋めたC.C熱電対による)
 b) 曲げ荷重 (検定したP.C棒ひびきを判定)
 c) たわみ (供試体両側面に埋めた鉄棒で面端部と中心部の差を測定) 図-3参照

5) 結果および考察

ケース①、②、③の強度を表-2に示す。

ケース①のR.C供試体は約1%ほどの強度低下で、ほとんど変わらなかった。又ひびわれは、冷却中に入っているものと思われるが、常温にもどると閉じて

しまい、確認できなかった。しかしP.C供試体は、軸方向に幅0.02~0.05mmの不連続なひびわれが認められたが、深さは確認できなかった。このひびわれは、急激な温度差による温度応力と思われ、P.C供試体だけに残存したのは、プレストレスのため軸方向ひびわれが閉じなかったものと考えられる。強度判定の結果を見る限りでは、このひびわれは浅いためか、それほど強度に影響しなかったと思われる。

図-3に荷重たわみ線の一例を示す。冷熱衝撃を受けたものは、初期のたわみ量が増え若干剛性があることがわかる。

図-4、5に、温度変化および温度勾配の一例を示す。

図-4、5に、温度変化および温度勾配の一例を示す。

6) まとめ

1. R.C供試体の強度について 圧縮、引張面に1回の冷熱衝撃を与えたものでは、約1%減であった。5回繰り返したもので約8%減と、それほど大きな低下を示さず、又おぼろけにひびきもあまり変わらなかった。

2. P.C供試体の強度について、圧縮、引張面に1回の冷熱衝撃を受けたものは、約5%減であった。なおP.Cだけは、軸方向に0.02~0.05mm幅のひびわれが残存したが、強度にそれほど大きな影響をおよぼさなかったと思われる。

3. 実用の際、5回程度の冷熱衝撃繰り返しを、予測される場合には、それほど問題にならないと思われる。又衝撃回数が多い場合の使用については、今後の研究を待つ必要がある。

表-2 強度の結果

試験項目 種類		冷熱衝撃を受けたものの強度		冷熱衝撃を受けないものの強度		残留強度比	
		降伏時 (kg)	破壊時 (kg)	降伏時 (kg)	破壊時 (kg)	降伏時	破壊時
ケース①	R.C	3,735	3,800	3,470	3,840	1.07	0.99
	P.C	—	8,400	—	8,890	—	0.95
ケース②	R.C	3,620	3,890	3,720	3,900	0.97	1.00
	P.C	—	8,945	—	9,430	—	0.95
ケース③	R.C	3,250	3,740	3,675	4,045	0.88	0.92

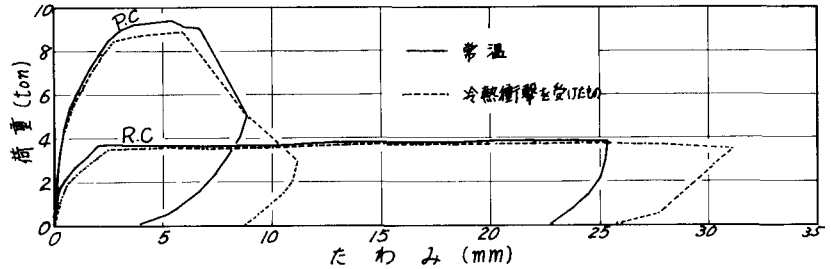


図-3 荷重-たわみ線

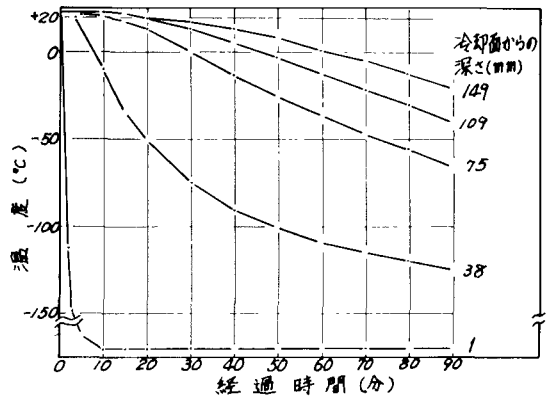


図-4 温度分布

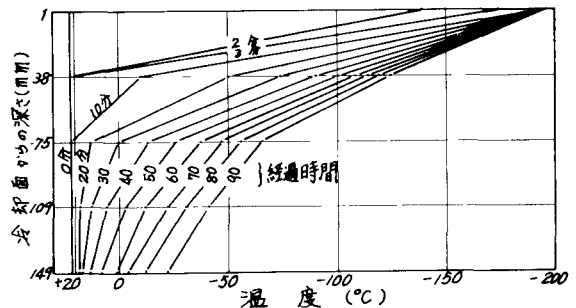


図-5 温度勾配