

東北大学 正会員 阿部喜則
日本鋼管(株) 正会員 持丸知也

(1) まえがき

RCおよびPC構造物は、液化天然ガス(LNG)の貯蔵設備その他の付帯設備にも使用されている。このような構造物は、事故その他により極低温であるLNGに直接接触するような場合も考えられる。

本研究は、RCばりおよびPCばりを用いて、はりの1つの面だけに -196°C の熱衝撃を急激に与えた場合、はりの耐力にどのような影響をおよぼすかを実験的に調べたものである。

この研究に対して、昭和53年度吉田研究奨励金を授与された。ここに謹んで謝意を表します。

(2) 使用材料

用いたコンクリートの配合は、表-1に示す。セメントは、住友セメント社製早強ポルトランドセメント、細骨材は、川砂(比重2.52)、粗骨材は、砕石(比重2.86)を用いた。コンクリートの圧縮強度は、平均 430 kg/cm^2 であった。

鉄筋は、市販の横なし異形D10(SD30)、PC鋼棒は、住友電気工業社製の $\phi 13\text{ mm}$ を用いた。

表-1 配合表

粗骨材寸法 (mm)	最大 粒径 (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	8.1	50	41	194	388	689	259	304	203	360

側面図

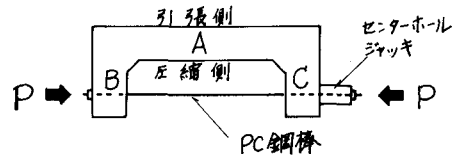


図-1 供試体の形状および載荷方法

(3) 実験方法

供試体の形状は図-1に示すように、はり部(A)と脚部(B)、(C)とから成り、脚部(B)、(C)は、冷却によるはりの曲がり変形を拘束したり、はりの耐力を調べるために載荷したりする目的でもうけた部分である。

供試体の載荷方法は、図-1に示すように、センターホールジャッキとPC鋼棒を用いて、両脚部(B)、(C)を内側に引き寄せるように荷重(P)をかけ、はり部(A)に曲げモーメントを作用させ破壊させた。荷重は、PC鋼棒にひずみゲージをはりつけ、そのひずみから求めた。

平面図

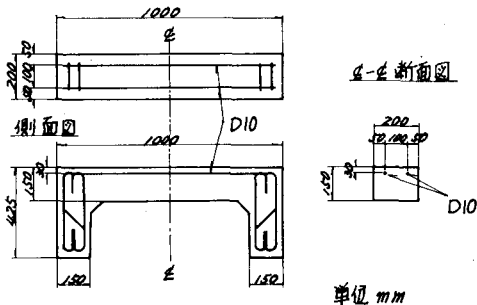


図-2 RCはりの鉄筋の配置

平面図

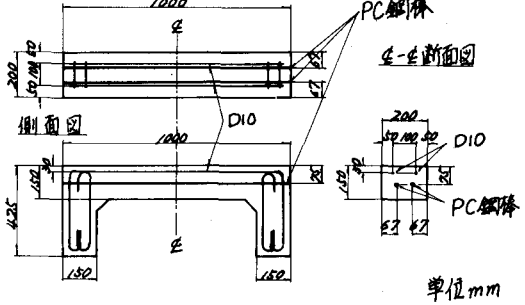


図-3 PCはりの鉄筋およびPC鋼棒の配置

供試体は、RCおよびPCの2種とした。図-2にRCはりの鉄筋の配置を示す。図-3にPCはりの鉄筋およびPC鋼棒の配置を示す。RCばり、PCばりともにスパン中央断面で鉄筋比0.59%とした。また、PCばりには、PC鋼棒を軸方向に2本平行に配置し、1本当りの緊張力は8 tonとした。

供試体は、脱型後13日間水中養生($+20^{\circ}\text{C}$)行なった後、水中から取り出し、図-4に示すような冷却装置を

セットし、次に液体窒素(-196℃)を冷却面に一気に注ぎ込んで、液面を保ちながら約90分間冷却し続けた。冷却終了後、翌日常温に戻してから、熱衝撃を受けたものと受けないものとを、図-1に示した載荷方法により曲げ破壊させ、その時の降伏荷重と破壊荷重とを求め、荷重の比較を行なった。

供試体の温度は、スパン中央断面のコンクリート中に熱電対(c.c)を数箇所埋込み測定した。

冷却は、図-4に示す3つの方法で行なった。

(4) 実験結果および考察

表-2に実験結果をまとめて示す。

1) RCばり供試体について

冷却方法①、②のように熱衝撃を受けた供試体の破壊時荷重は、熱衝撃を受けない供試体の破壊時荷重に比べ、ほとんど変わらず、その差は、無視できる程度であった。また、冷却方法③のように熱衝撃の繰返しを受け、劣化が著しいと思われたものでも、破壊時荷重の低下は、高々8%であった。なお、冷却時における供試体の温度分布変化の一例を図-5に示す。この図から、温度差が大きいため考えると、冷却中供試体には、温度応力によるひびわれが入っているものと思われるが、冷却中には、冷却面を観測できなかった。常温に戻してから、アセトンと倍率100倍の顕微鏡を使い、ひびわれを調べたが、RCばりでは、確認できなかった。

以上のことから、-162℃のLNが直接RCばりに接触しても、その回数が数回程度であれば、ほりの耐力は、それほど大きな低下をしないものと考えられる。

2) PCばり供試体について

冷却方法①、②のように熱衝撃を受けたものの破壊時荷重は、熱衝撃を受けないものの破壊時荷重に比べ、約5%の低下であった。また、冷却方法①のように熱衝撃を受けたものだけに、冷却面の緊張軸方向に、0.02~0.05mm幅の不連続なひびわれが見られた。このひびわれによる耐力への影響は顕著に現われなかった。

今回、PCばりの実験では、供試体の一方向にしか、プレストレスを導入してないため、この結果から、一般的考察をすることができない。

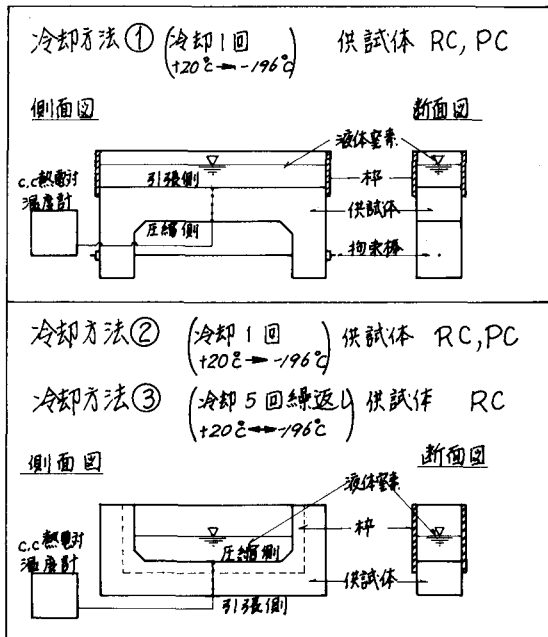


図-4 冷却装置および冷却方法

表-2 実験結果

冷却方法	供試体の種類	熱衝撃を受けた供試体の強度		熱衝撃を受けない供試体の強度		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
①	RC	3,735	3,800	3,490	3,800	1.07	0.99
	PC	—	8,400	—	8,870	—	0.95
②	RC	3,620	3,890	3,720	3,900	0.97	1.00
	PC	—	8,945	—	9,430	—	0.95
③	RC	3,250	3,740	3,675	4,045	0.88	0.92

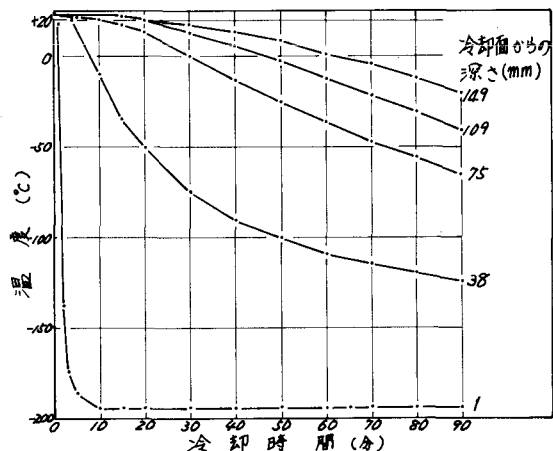


図-5 供試体の温度分布と冷却時間の関係