

清水建設(株) 正員○長 澤 保 紀

〃 岡 田 武 二

〃 中 沢 享

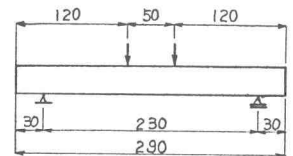
§1 まえがき 低温下におけるコンクリート部材では、構成材料の低温強度上昇に伴ない、一般にその曲げひびわれ耐力および曲げ破壊耐力が上昇すると推測されるが、実験的検証を行なった例は数少ない。ここでは、RC桁およびPC桁について常温および低温(-70℃)の雰囲気内で曲げひびわれ、耐力、剛性について調べ、その結果について報告する。

§2 使用材料および試験桁 コンクリートには普通ポルトランドセメント、神流川鬼怒川混合砂(比重2.60,吸水量1.7%,F.M.=2.75)および鬼怒川青梅混合碎石(比重2.64,吸水量1.0%,F.M.=6.82,M.S.25mm)を使用した。スパンはRC 12^{+2} cm,PC 10^{+2} cmとした。また、RC試験桁主鉄筋としてSD35 D16を、PC試験桁鋼材としてPC鋼より線(7本よりB種)φ15.2mmを、そしてスターアップとしてSD35 D10を使用した。試験桁は寸法24×30×290cmとし、RC試験桁、PC試験桁を低温・常温それぞれ2体ずつとした。(図1参照) PC試験桁では、公称レストレスカ40ton(下線85.6kg/cm²)を枚令40日および115日で再導入し、121日でクラウト注入した。曲げ試験時の枚令はRC190日、PC180日とした。各試験桁はすべて水中養生を行ない、試験前に P_{bd} 液状ゴム塗布によって水の逸散を防止した。

§3 試験方法 図1に示す3点荷重により曲げ試験を行ない、コンクリートおよび鋼材のひずみ、スパン中央たわみ、ひびわれ幅、温度を測定した。低温試験桁は写真1に示す曲げ試験用低温槽にセットし、液体窒素噴霧装置にて、コンクリート表面と雰囲気温度差15℃以内で冷却自動コントロールした。温度測定にはC-C熱電対を使用し、試験温度は試験桁内外-70℃と均一とし、試験時雰囲気は-70±2℃に保持した。同時に、コンクリート円柱供試体φ10×20cmおよび使用鋼材について、それぞれ、低温槽を用いて強度試験および静弾性係数試験を行なった。低温下におけるひずみ測定には低温用ワイヤーストレインゲージを使用した。

§5 実験結果 使用材料の試験結果および試験桁曲げ試験結果を表1、表2に示す。また、曲げ試験におけるひびわれ図、ひずみ、曲げ剛性と曲げモーメントの結果を図2～8に示す。図2および表2から、低温曲げひびわれは、常温に比して、

ひびわれ本数が少なく、また、ひびわれ間隔が少し大となる結果を得



(a) 荷重方法 (cm)

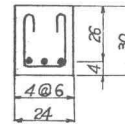
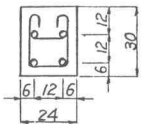
(b) RC試験桁断面
($P=0.955\%$)(c) PC試験桁断面
($P=0.777\%$)

図1 試験桁

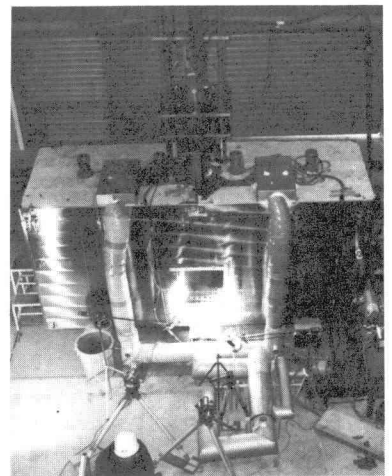


写真1 曲げ試験用低温槽

表1 使用材料強度

試験桁名	コンクリート							鋼材			破断時変形率(%)
	$C_{cs}(kg/cm^2)$	$C_{ct}(kg/cm^2)$	$E_{cs}(kg/cm^2)$	$C_t(kg/cm^2)$	$C_{ct}(kg/cm^2)$	$E_c(kg/cm^2)$	$E_{max}(10^5)$	$P_{sy}(ton)$	$P_{sb}(ton)$	$A_s E_s(kg)$	
RC 常温	277	24.4	2.48 $\times 10^5$	357	24.8	2.71×10^5	1800	6.88	10.4	3.69×10^6	24.0
RC 低温				723	70.7	3.91×10^5	2800	8.07	11.4	3.86×10^6	23.0
PC 常温	317	27.0	2.73 $\times 10^5$	386	28.9	3.16×10^5	1860	24.4	27.3	2.67×10^6	5.2
PC 低温				816	80.1	4.05×10^5	2640	24.8	28.1	2.89×10^6	4.4

表2 曲げ試験結果

試験体名	平均ひびわれ幅 (mm)	ひびわれモ- メント M_{cr}	最大モ- メント M_{max}	M_{cr} 計算値 と比	M_{max} 計算値 と比
RC低温					
No.1	19.3	3.60tm	6.05tm	4.07tm	6.03tm
No.2	20.5	3.96tm	6.44tm	(0.93)	(1.04)
RC常温					
No.1	15.3	—	4.95tm	1.43tm	5.12tm
No.2	16.8	1.31tm	4.76tm	(0.92)	(0.95)
PC低温					
No.1	27.6	6.71tm	17.55tm	8.14tm	19.83tm
No.2	26.8	6.30tm	17.55tm	(0.80)	(1.09)
PC常温					
No.1	22.4	9.83tm	10.13tm	6.00tm	11.84tm
No.2	20.1	4.50tm	9.57tm	(0.69)	(0.83)

(注) M_{cr} 計算値: $M_{cr} = (O_{pu} + O_{ce})E_c$, $O_{pu} = 1.60\sigma + 0.60\sigma_g$
 O_g :有効平均引張応力, O_{ce} :有効引張応力
 M_{max} 計算値: RCはACI規程, PCは土木学会PC設計による破壊モ-メント。特にRC低温 $\sigma_g = 4000 \text{ kg/cm}^2$, RC常温 $\sigma_g = 3500 \text{ kg/cm}^2$, PC低温 $E_u = 0.0075$, PC常温 $E_u = 0.003$ 。
 また, () 内数値は(実験値)/(計算値)である。

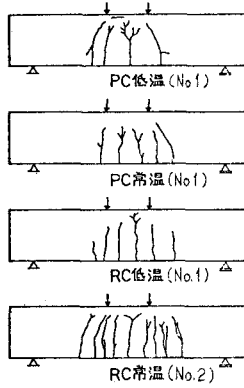


図2 ひびわれ状況

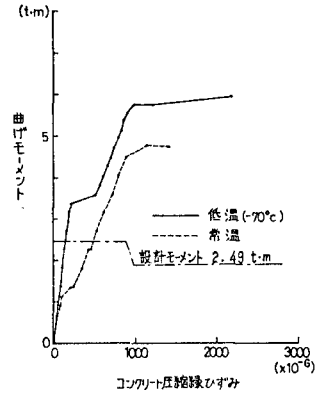


図3 RC試験体曲げモ-メント・コンクリート圧縮ひずみ

た。これは低温におけるコンクリート引張強度が著しく増加することによると思われる。曲げひびわれ耐力については、RCにおいてコンクリート引張強度が -70°C で2.85倍に上昇するのに対して、 M_{cr} が2.88倍とほぼ比例した結果を得た。PCにおいても同様な傾向にある。ただし、実験における M_{cr} 値は、コンクリート下部に貼ったひびわれ検出用ひずみゲージによる値であり、目視判定値より小さい値となっている。曲げ耐力については、図5にみられるように判定最大曲げ圧縮ひずみが $6000 \sim 7500 \times 10^{-6}$ となり、従来の高強度コンクリートと異なる傾向を示した。このことより表2における M_{max} 計算値(低温)では $E_u = 7500 \times 10^6$ を用いて算出している。 M_{max} 実験値は計算値とほぼ合致している。曲げ剛性に関しては、図7,8に示すように表1の結果を用いて算出した初期剛性 EI_0 とほぼ一致するが、PC低温における曲げ剛性比(EI/EI_0)は、常温のものと比較すると、ひびわれ発生によって急激に下降し、小さい値となる傾向がある。

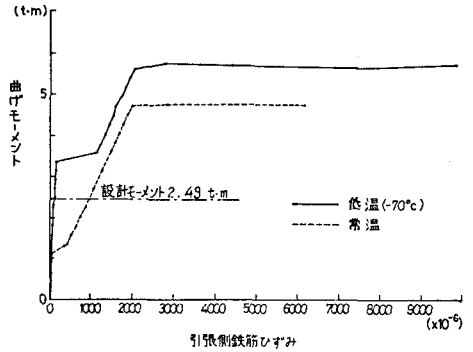


図4 RC試験体曲げモ-メント・引張側鉄筋ひずみ

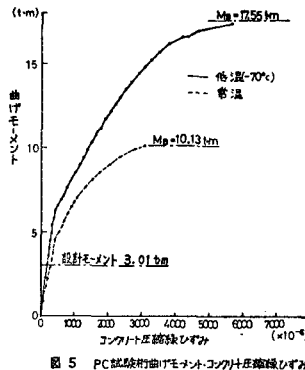


図5 PC試験体曲げモ-メント・コンクリート圧縮ひずみ

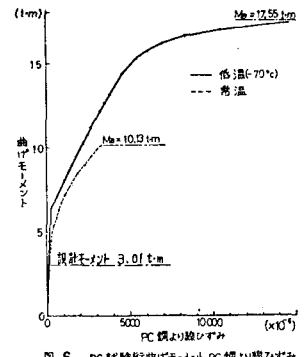


図6 PC試験体曲げモ-メント・PC鋼より線ひずみ

§3 まとめ 低温下におけるコンクリート部材曲げ挙動は、使用材料の低温下に

おける強度、弾性係数、コンクリートの曲げ圧縮ひずみの増大を考慮すれば、常温コンクリート部材と同様に説明される。

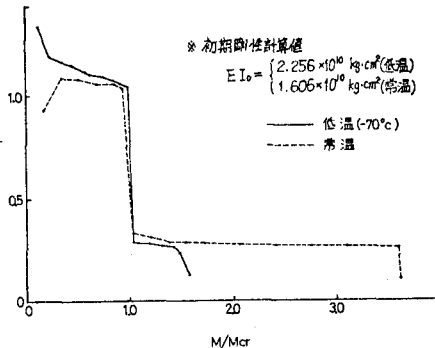


図7 RC試験体曲げ剛性

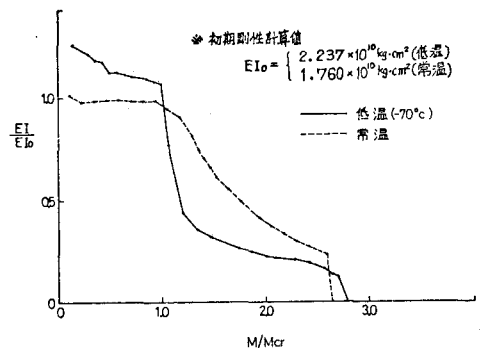


図8 PC試験体曲げ剛性