

V-342

高強度コンクリートを用いたRCはりの低温時曲げ・せん断特性

清水建設機技術研究所 正会員 塩屋俊幸  
 清水建設機技術研究所 正会員 滝本和志  
 東京ガス機生産技術部 正会員 高橋行茂  
 東京ガス機生産技術部 正会員 峯岸孝二

1. まえがき

本研究は、低温にさらされる部材に高強度コンクリート ( $f'_{ok}=600\text{kgf/cm}^2$ ) を用いることが可能かどうかを検討した一連の研究の一部である。ここでは、高強度コンクリートを用いた鉄筋コンクリート (RC) はりの低温時曲げ・せん断特性について報告する。

2. 実験概要

試験体の種類を表-1に、形状寸法、配筋を図-1、2に示す。コンクリートの配合を表-2に示す。試験体はコンクリート打設後、材令7日で脱型し、材令60日まで水中養生を行なった。その後試験時(材令約90日)まで、包装フィルムにより乾燥を防いだ。

養生を行なった試験体は、低温槽(冷媒は液体窒素)内にいれ冷却した。温度条件はLNG地下式貯槽を想定し引張側を $-40^\circ\text{C}$ 、圧縮側を常温とした。加力時における支持条件は単純支持とし、2点荷重とした。測定項目は、載荷荷重、コンクリートの表面ひずみ、鉄筋ひずみ、たわみ、温度などである。

3. 実験結果と考察

主な実験結果を表-1に示す。

①曲げ実験

図-3に荷重~主鉄筋ひずみの関係を示す。図-3より、ひびわれ発生までは、荷重~主鉄筋ひずみの関係はほ

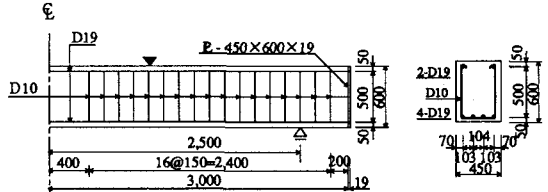


図-1 形状寸法・配筋(曲げ試験)

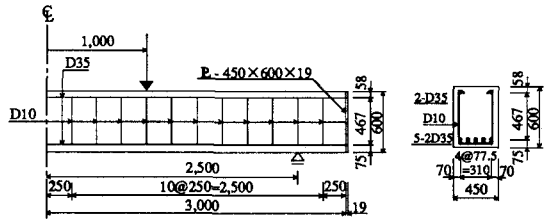


図-2 形状寸法・配筋(せん断試験)

表-2 配合表

水セメント比	細粗骨材率	単位量 (kg/m <sup>3</sup> )					高性能AE減水剤	AE調整剤
		水	セメント	砂		砂利		
				粗砂	細砂			
W/C (%)	S/a (%)	W	C	SL	SS	G	C×%	C×%
32.0	37.1	170	531	357	237	1037	2.0	0.008

表-1 試験体一覧

試験体名	試験体寸法			コンクリート				鉄筋				鉄筋比		試験温度		実験結果			試験時 材令
	有効高	せん断 スパン	せん断 スパン 比	圧縮強度		引張強度		主鉄筋 比	降伏点	せん断 補強 鉄筋比	降伏点	主鉄筋 比	せん断 補強 鉄筋比	圧縮部	引張部	降伏 荷重	最大 荷重	破壊 モード	
				圧縮部	引張部	圧縮部	引張部												
d	a	a/d	f <sub>cc</sub>	f <sub>ct</sub>	f <sub>tc</sub>	f <sub>tt</sub>	D	f <sub>sy</sub>	D'	f <sub>sy</sub>	P <sub>s</sub>	P <sub>w</sub>	T <sub>c</sub>	T <sub>t</sub>	P <sub>y</sub>	P <sub>u</sub>	M:曲げ S:せん断	A	
mm	mm	—	kgf/cm <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>	mm	kgf/cm <sup>2</sup>	mm	kgf/cm <sup>2</sup>	%	%	℃	℃	tonf	tonf		日	
曲げ	550	1500	2.73	714	962	36.7	66.6	D19	4720	D10	3940	0.46	0.21	17	-40	36	45	M	97
せん断	525	1500	2.86	714	962	36.7	66.6	D35	4350	D10	3940	4.05	0.13	16	-36	—	203	S	90

注) 試験体高さ H=600mm、試験体幅 B=450mm、試験体長さ L=6000mm

ほぼ直線的であり、ひびわれ発生後は、ほぼRC計算で予測される値に沿ってひずみは伸長する。従って、曲げスパンの主鉄筋ひずみはRC計算式で求めてよいものと考えられる。最大荷重の実験値はRC計算値を2割程度上回った。これは、RC計算においては鉄筋のひずみ硬化を考慮していないためであり、鉄筋のひずみ硬化を考慮した場合の計算値は実験結果とよく一致した。したがって、最大荷重を正確に予測する場合は鉄筋のひずみ硬化を考慮しなければならないものと考えられる。しかしながら、RC示方書においては鉄筋のひずみ硬化を考慮しておらず、通常のRC計算をおこなっておけば安全側の設計となる。

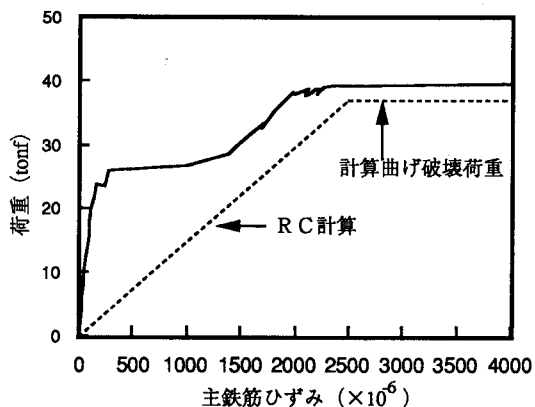


図-3 荷重と主鉄筋ひずみの関係（曲げ試験）

### ②せん断実験

図-4にひびわれ状況を示す。破壊性状としてはプレストレスト・コンクリートにおける斜め引張破壊のような状況を示した。図-5に荷重～せん断補強筋ひずみの関係を示す。計算コンクリート分担せん断力 $V_c$ を超える荷重あたりからせん断補強筋のひずみが伸びはじめる。その後、せん断補強筋ひずみは急激に伸長するが降伏ひずみに近くなるとひずみが伸びなくなる。これは、他のせん断補強筋が効き始めたためであると思われる。なお、せん断補強筋は降伏しても破断せずコンクリートが圧壊するまではひずみ硬化域まで伸び続けている。最大荷重は、RC示方書による計算値（ただし、低温下におけるコンクリートおよび鉄筋の強度増加を考慮）を5割程度上回った。その原因は明かではないが以下の理由が考えられる。

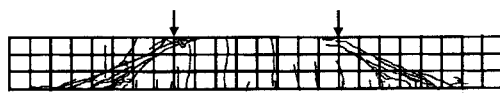


図-4 ひびわれ状況（せん断試験）

①コンクリートの分担せん断力の計算式は実験結果を統計的に整理して求められた式であり、2割程度のばらつきは有り得る。

②ひびわれの角度が傾斜しており、せん断補強筋がより有効に働くひびわれ状況であった。

いずれにしても、実験値が計算値を上回っており、RC示方書によるせん断強度式を用いておけば安全側の設計となることが確かめられた。

### 4. まとめ

以上の実験結果により、設計基準強度 $f'_{ck}=600\text{kgf/cm}^2$ 程度までの高強度コンクリートを、低温にさらされる部材に適用する場合、従来の鉄筋コンクリート方式の設計法を用いてよいものと考えられる。

〔謝辞〕本研究は東京ガス、大林組、鹿島建設、清水建設の共同研究であり、本研究を御指導頂いた東京大学土木工学科岡村甫教授に対してここに謝意を表します。

### <参考文献>

[1] 土木学会：RC標準示方書、昭和61年制定

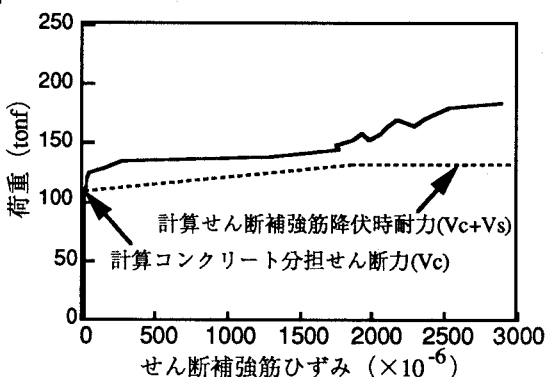


図-5 荷重とせん断補強筋ひずみの関係（せん断試験）