

(株) 間 組 技術研究所 正会員 中 蘭 清 治
同 上 “ 辻 田 満
同 上 “ 〇 清 水 洋 次

1. まえがき

低温下においてRC部材の挙動とその材料の性質についての試験を行い、その相互の関係を明らかにするとともに、RC部材の強度に対する凍結融解の影響および脱水量の影響を検討する。

2. 使用材料、供試体および実験方法

コンクリートの配合を表1に示し、供試体の寸法、配筋を図1に示す。RC梁の主鉄筋は異形鉄筋(SD35) D10mmを使用した。供試体は打設後2日目に脱型し、14日目まで20℃の水中養生を行い、その後28日目まで恒温恒湿室(温度20℃、湿度60%)で養生した。その後 N_d で所定の温度に冷却し、一定の温度を保ちながら実験した。

供試体の種類は表2に示すように9種類で、各2本合計18本とした。各供試体のコンクリート、および鉄筋の力学的性質は表2の通りである。

試験は、スパン140cm、せん断スパン55cmの2点載荷方法で漸増

繰返し荷重をかけて行った。測定項目は載荷荷重、温度、コンクリートおよび鉄筋のひずみ、梁のたわみ、ひびわれ幅およびひびわれ発生状況で、ひずみは低温

用ワイヤーストレインゲージ、たわみは $\frac{1}{100}$ mmのデジタル式ダイヤルゲージを用いて測定し、ひびわれ発生状況は目視によって観測した。

3. 試験結果および考察

(1) ひびわれ発生(Mc)、降伏(My)、破壊モーメント(Mu)、Muの関係を図2に示す。図中の実験値は同条件の供試体2体の平均値であり、計算値は表2の材料試験の結果を用いて計算したものである。実験値は、0℃以下では温度が下がるとMc、My、Mu、とも増大し、Mcは計算値とはほぼ一致するが、My、Muは7~23%ほ

表1. コンクリートの配合

Gmax	Slump	Air	W/C	S/a	単位量 (kg/m ³)				
mm	cm	%	%	%	W	G	S	G	蒸水型
15	12±2	4±1	53	49	167	315	884	917	0.788

粗骨材: 川砂利 G_s=259 F.M.=662

細骨材: 荒川産 G_s=260 F.M.=281

セメント: 普通ポルトランドセメント

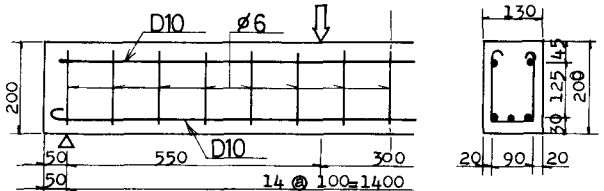


図1. RC梁曲げ供試体

表2. 供試体の一覧およびコンクリート、鉄筋の力学的性質

TEST PIECE No	CURING AFTER 28 DAYS	TEMP (°C)	AGE (DAY)	CONCRETE				DEFORMED BAR		脱水量 %
				f_{cc} kg/cm ²	f_{ct} kg/cm ²	f_{sc} kg/cm ²	E_{cu} kg/cm ²	f_y kg/cm ²	E_s kg/cm ²	
1,2	冷却	+15	28	466	53.5	2.81	2730	4160	2.04	1.76
3,4	"	-10	28	441	37.7	2.65	2600	4350	2.02	2.18
5,6	"	-40	28	610	63.2	2.83	3270	4350	2.03	1.67
7,8	"	-100	28	943	80.1	3.71	3250	5210	2.05	1.63
9,10	"	-160	28	1087	74.6	5.45	2370	6930	2.11	1.99
11,12	凍結(-100℃)→融解(常温)	+15	28	451	37.9	2.83	2550	4160	2.04	1.88
13,14	凍結(-100℃)→融解(常温)→凍結	-100	28	1018	78.2	3.99	3240	5210	2.05	1.92
15,16	水中(20℃)→冷却	-100	32	1065	80.7	4.47	2840	5210	2.05	0.60
17,18	乾燥→冷却	-100	55	264	51.1	3.04	3000	5210	2.05	3.76

注. 材令には冷却中の期間を含みます。 E_{cu} は最大ひずみを示し、脱水量は次式で求めた。脱水量(%)=[(水中2週後の重量)-(冷却前の重量)]×100/(水中2週後の重量)

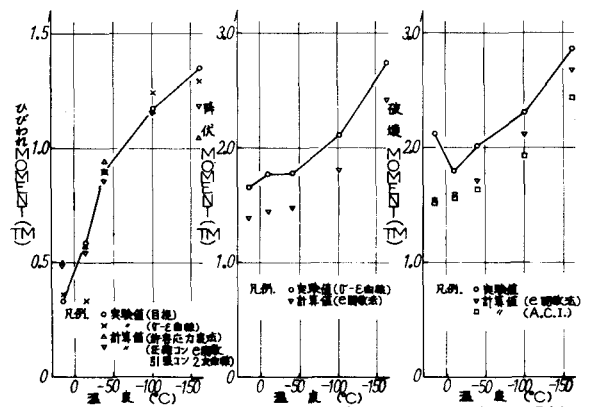


図2. 温度とひびわれ、降伏、破壊モーメントの関係

ど計算値より大きくなった。また、常温では、 M_c は計算値より小さく、 M_u は計算値より37%ほど大きくなった。破壊形態は、すべて鉄筋比 ($P_k = 0.97\%$) がつりあい鉄筋比 ($P_{kt} = 1.7 \sim 5.0\%$) より小さいので引張鉄筋降伏後の圧縮コンクリートの圧壊であった。

(2). ひびわれ、ひずみ、曲率、変位

ひずみ、曲率、変位は材料試験の結果とその傾向は一致している。各温度のひびわれ発生状況を図3に示す。低温域になると、常温時に比べて、純曲げ区間において主要なひびわれ間隔はあまりかわらないが、ひびわれの分岐は少なく、直線的に発達する。

低温域の方が、常温時に比べ M_u が計算値よりあまり大きくならないのは、このひびわれ発生状況の違いの影響もあると考えられる。

(3). 凍結融解の影響

凍結融解の回数と M_c 、 M_y 、 M_u の関係を図4に示す。常温時、1回の凍結融解作用では、 M_c 、 M_y は低下しないが、 M_u は少し低下する傾向がある。材料試験の結果がほとんどかわらないのに、 M_u が低下するのは、凍結融解作用により、付着強度が低下したためであると考えられる⁽¹⁾。また、低温下では、 M_u の低下はほとんど見

られない。また、常温時および低温下において、凍結融解によって、ひびわれ発生状況には有意な差が認められなかった。

(4). 脱水量の影響

脱水量の異なる3種類の供試体の M_c 、 M_y 、 M_u を図5に示す。材料試験の結果を用いた計算値は脱水量が増加すると、 M_c 、 M_y 、 M_u とともに減少するが、実験では M_u が供試体を乾燥させたときに増大した。供試体を乾燥させると、コンクリートの材料定数は低下するの、 M_u が増大するのは、乾燥すると付着強度が増大すると言われ⁽²⁾、そのためであると考えられる。

ひびわれ発生状況を見ると、脱水量の少ない水中につけた供試体のひびわれの本数は、他に比べて少なかったが、他の2種類の供試体には、有意な差がなかった。

4. あとがき

低温下におけるつりあい鉄筋比以下のRC部材の破壊強度は、低温時の材料定数を用いて、常温時の曲げ理論を適用して計算してよいが、常温時に比べ、 M_u が計算値よりあまり大きくならないので注意を要する。また、凍結融解させると、常温時に破壊強度が低下する傾向にあり、脱水量の増大は低温下で一般に強度を低下させるがRC部材を乾燥させた場合、破壊強度は増大する。これらは低温下のコンクリートおよび鉄筋の材料試験結果と一致しないので、低温下の付着強度、コンクリートの脆化の影響を考慮する必要がある。

参考文献 (1)清水、太田：土木学会第32回年次学術講演会講演概要集、Vol.5, P-101, 土木学会, 昭和52年

(2)近藤、坂 監修：コンクリート工学ハンドブック, P220, 朝倉書店, 昭和51年

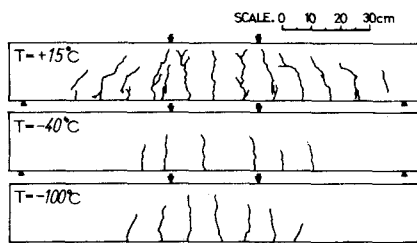


図3. ひびわれ発生状況図

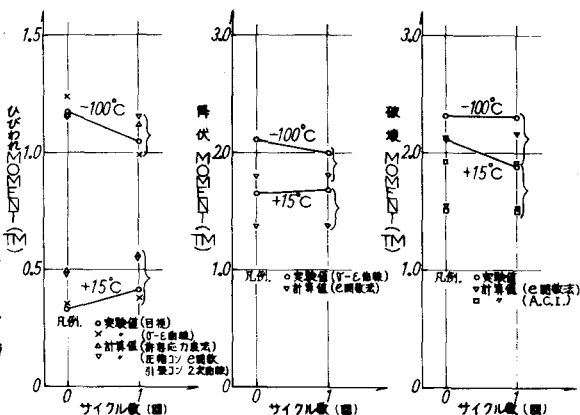


図4. 凍結融解の回数とひびわれ、降伏、破壊モーメントの関係

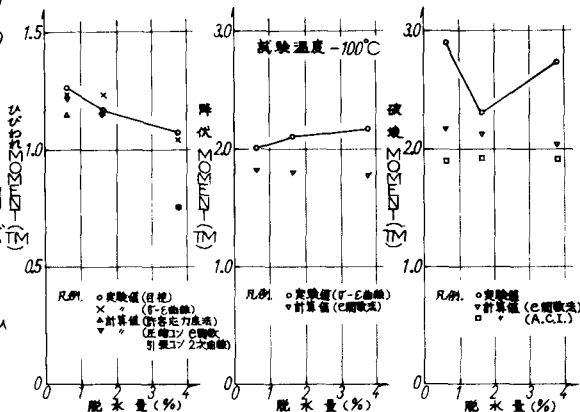


図5. 脱水量とひびわれ、降伏、破壊モーメントの関係