

都立大学 正会員 村 田 二 郎

日本大学 正会員 ◎河 合 紘 茲

1. まえがき

鉄筋コンクリート部材が極低温にさらされた場合、ひびわれ間隔が常温の場合より著しく大きくなることは、既に明らかにされている。¹⁾しかし、常温からマイナス160℃程度までの温度変化が、ひびわれ分散性におよぼす影響については、なお不明のままとなっている。本文は、ひびわれ分散性におよぼす低温の影響および、ひびわれ間隔増大機構について検討したものである。

2. 資料コンクリートおよび鉄筋

1) コンクリート

実験に供したコンクリートは、粗骨材の最大寸法を20mm、スランプ 8 ± 2 cm、圧縮強度 $300 \pm 30 \text{ kgf/cm}^2$ とした。その配合は、表-1に示すとおりである。

表-1 コンクリートの配合

粗骨材の 最大寸法 mm	スランプ の範囲 cm	W/C %	S/a %	単 位 量 kg/m^3			
				C	W	S	G
20	8 ± 2	55	40	300	170	767	1140

2) 鉄 筋

鉄筋は、SD35、D32の斜ふし筋であつて、その機械的性質および、表面形状を表-2に示す。

表-2 鉄筋の機械的性質及び表面形状

鉄 筋		機 械 的 性 質			表 面 形 状			
ふし形状	呼び名	σ_y kg/mm^2	σ_t kg/mm^2	δ %	ふし間隔 mm	ふし高 mm	ふし角度 °	ふしのすきま mm
斜ふし筋	D 32	39	61	28	22.3	2.6	53.8	5.8

3. 試験方法

1) 供試体の形状および寸法

供試体の形状は、図-1に示す様な中心軸に鉄筋を有する正方形断面の角柱とし、供試体断面寸法は $10 \times 10 \text{ cm}$ とした。コンクリート端面から突出する鉄筋の長さは、引張試験時の偏心载荷をさける為、引張試験時におけるチャックと供試体端面の距離を鉄筋径の6倍とした。供試体にはひびわれ間隔を求める為に、人偽的に式-1によつて最大ひびわれ間隔の推定値を参考にし、供試体側面に 20 cm^2 （断面積の20%）の切欠きを設けた。この場合の切欠き深さは1cm（供試体一辺の10%）とした。常温試験供試体以外のすべての供試体には、供試体中心部に熱電対を埋め込んだ。

$$l = 0.35 \phi / p + 2.5 \text{ --- (1)}$$

ここに l : 最大ひびわれ間隔のめやす (cm)

ϕ : 鉄筋の直径 (cm)

p : 鉄筋比

2) 供試体の冷却方法

試験機にあらかじめセットした $30 \times 30 \times 170 \text{ cm}$ の断熱槽へ供試体を納め、図-2に示す装置で槽内へ液化窒素を噴霧することによつて、槽内の温度を降下させた。槽内の温度コントロールは、電磁弁で自動的にコントロールされるようにセットすると同時に、供試体

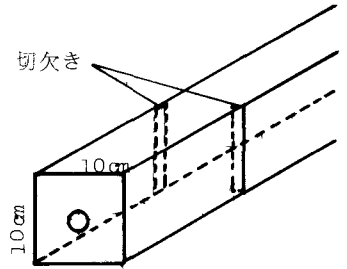


図-1 供試体

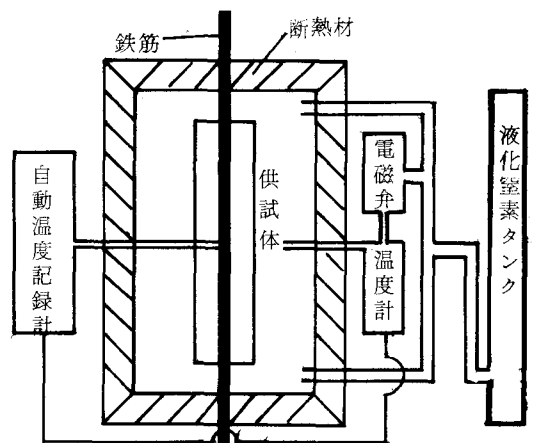


図-2 供試体の冷却装置

コンクリート中心部の温度も、あらかじめ供試体中心部に埋め込んだ熱電対によつて、槽内の温度と同一になるように電磁弁で制御してある。

3) 載荷方法

載荷方法は、槽内の温度と供試体コンクリート中心部の温度が所定の温度に達つしてから、5分間放置した。これは温度の安定確認の爲に行つたものである。その後槽から突出している供試体両端の鉄筋部分を、300tアムスラー型万能試験機で、供試体に偏心荷重がかからぬように充分注意しながら、鉄筋に軸方向引張力を載荷した。載荷速度は鉄筋応力で毎分500kgf/cm²で公称降伏点に相当する荷重3500kgf/cm²まで載荷した。載荷後は槽のトピラを開き、常温状態になるまで放置した後、再び3500kgf/cm²まで載荷してひびわれを確認した。

4) ひびわれの算定方法

最大ひびわれ間隔はひびわれの入らない最大の切欠き間隔として求めるが、実際にはひびわれ発生状態が必ずしも供試体の全周に渡らないので、発生したひびわれの大小を考慮して、供試体全周の60%以上に渡つて入つたひびわれを取り上げ、式-2によつて最大ひびわれ間隔を算定した。

$$L_{\max} = \frac{w_1 l_1 + w_i l_i + w_n l_n}{w_1 + w_i + w_n} - \Delta l \quad \text{--- (2)}$$

ここに $L_{\max}$: 最大ひびわれ間隔 (cm)

l_n : 供試体全周にひびわれが発生した最小切欠き間隔 (cm) l_i : 60%以上のひびわれが発生した最小切欠き間隔 w_i : 重み $w_i = x_i / L$ L : 供試体の周長

4、実験結果

温度と最大ひびわれ間隔の関係を表-3に示す。鉄筋コンクリートのひびわれ分散性は本来、コンクリートの強度、鉄筋の表面形状等によつてはほとんど影響を受けない特性であるが、表-3に示すように極低温においてはひびわれ分散性が著しく低下する。その低下する程度は図-3に示すように供試体が飽水状態にある場合、常温の最大ひびわれ間隔に比べ、マイナス40℃では約1.2倍、マイナス160℃では約1.65倍となつており、常温における最大ひびわれ間隔に対する比と温度との関係は式-3で与えられる。

$$\gamma = \frac{L_t}{L_{20}} = At + b \quad \text{--- (3)}$$

このように低温度ほどひびわれ間隔が大となるのは、引張強度の増分が付着強度の増分より大となることによると考えられるが、これらについては現在検討中である。なお、表-3に示すように試験値のバラツキは、変動係数で3.7%~5.6%で温度が低いほど大となつてはいるが、図-3に示す他の研究機関の試験値と類似の結果が得られており信頼できるものと考えられる。

5、参考文献

1) 後藤幸正 三浦 尚
土木学会論文報告集
第285号 I 979年5月

2) 岡田武二 他4名
コンクリート工学
テクニカルレポート Vol.15 No.11 Nov.1977年

極低温下における鉄筋コンクリート部材の性質に関する研究
低温下におけるコンクリート部材の曲げ特性

温 度 (°C)	最大ひびわれ間隔 (cm)					平均値 (cm)	$\frac{L_t}{L_{20}}$
	1	2	3	4	5		
20	19.2	19.4	19.3	19.5	19.2	19.3	1.00
-40	21.7	22.5	23.0	23.7	25.0	23.2	1.20
-80	25.1	25.3	26.7	27.6	29.1	26.8	1.39
-120	27.4	28.4	29.2	30.4	31.9	29.5	1.53
-160	30.1	32.1	33.0	32.1	33.3	31.8	1.65

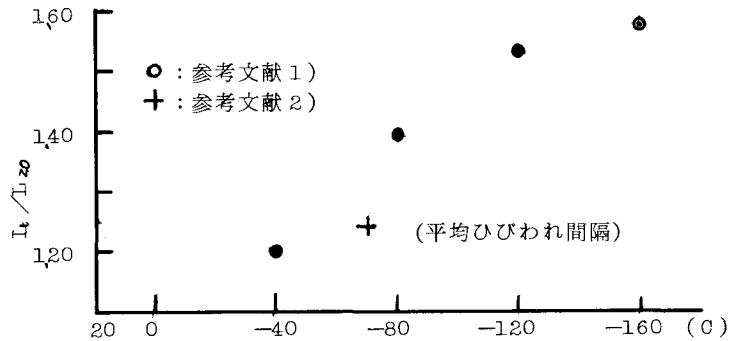


図-3 温度とひびわれ間隔の関係