

東北大学 正員 ○阿部喜則
東北大学 正員 三浦 尚
熊谷組 加藤恵三

1 まえがき

筆者らの研究によれば、極低温下における鉄筋コンクリート中の重ね継手部や定着部の破壊は衝撃的であり、その際補強するために配置された横方向鉄筋が破断することが多い。そのため破壊時のその部分の伸びが著しく小さくなることが観測されている。これは、極低温下で鉄筋が脆性的になり、また、コンクリートが衝撃的に破壊するようになるからである。従って極低温下においてこれらの鉄筋の破断を防ぐためには、コンクリートの破壊時の衝撃に耐えられるような鉄筋を開発する必要がある。ところが極低温下においてコンクリートはどのような衝撃で破壊するかと言う点に関して定量的に測定することはなされていない。

以上のことから、本実験では、衝撃がどの程度であるか、また、埋込まれた鉄筋にどの程度影響を与えるか調べるために今回は、オ一段階として一般に行なわれている割裂試験法において、コンクリート引張破壊時の挙動について実験を行ない検討をしたものである。

2. 実験概要

1) 実験材料

セメント：早強ポルトランドセメント
粗骨材：砕石(最大寸法 20mm , 比重 2.86)
細骨材：川砂(比重 2.62)
 $W/C = 50\%$, $S/a = 38\%$, 空気量 $= 4\%$

2) 実験方法

実験に用いた供試体は、円柱供試体(直径 15cm × 高さ約 16cm)で、コンクリート打設後6日間水中養生を行なった。実験時には、湿潤状態を保つため防水剤を塗りその後低温槽に入れ供試体の温度を見ながら液化窒素を徐々に噴射し所定の温度に達するまで冷却し続け設定温度に落ち着いてから常温下の試験機まで運び載荷した。なお、実験材料は、7~8日で行なった。

衝撃の測定は、図-1に示すように円柱供試体の中央部両側に、加速度計(最大加速度 3000G)を2個取り付けこれにより引張破壊時に供試体が割れ水平方向に変位する加速度を測定した。この加速度計から取り出された電気信号は高速であるため、これに反応するデジタルストレージスコープで信号を捕えた後、時間を引き延して各レコーダーに入れた。

また、コンクリートの割裂破壊時の衝撃が鉄筋に与える影響を調べるために、図-2に示すような2つに割った鉄筋の中に低温用ストレネージをはりつけた鉄筋を円柱供試体中央部に1本埋め込んだ。

3 実験結果および考察

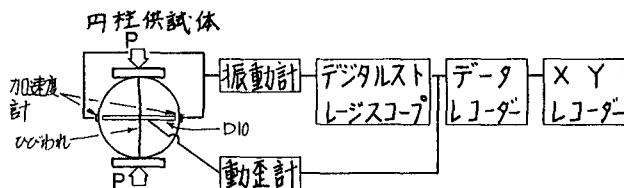


図-1 測定方法

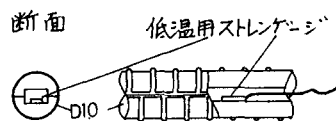


図-2 歪測定用鉄筋

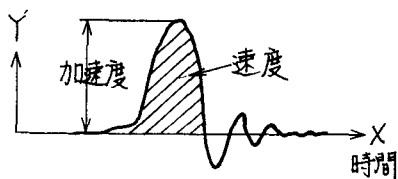


図-3 加速度の波形例

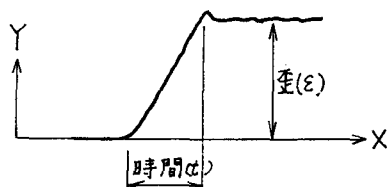


図-4 鉄筋の歪波形例

図-3,4に実験で得られた代表的な変位加速度(以後加速度と呼ぶ)および鉄筋の歪波形をそれぞれ示す。図-3の波形は、X軸に時間(msec)、Y軸に加速度(G)を表わし、波形とX軸とで囲まれた面積が変位速度(以後速度と呼ぶ)を表わしている。

図-4の鉄筋の歪波形も同様に、X軸に時間、Y軸に歪(μ)を表わす。

図-5にコンクリートの引張強度と加速度との関係、

図-6にコンクリートの引張強度と速度との関係を示す。

これを見ると引張強度が大きくなるに従い加速度および速度ともに大きくなるのが分る。常温時での加速度は、 $0.02 \sim 0.3 G$ の値であるのに対し、 $-100^\circ C$ では、 $900 \sim 2000 G$ ほどになる。また、速度においても、常温時で、 $1 \sim 10 \times 10^{-5} m/sec$ に対し、 $-100^\circ C$ では、 $0.8 \sim 2 m/sec$ の値である。このことから、 $-100^\circ C$ での加速度および速度は、常温時の値のおよそ1万倍の大きさを示すことが分った。

なお、高強度コンクリートについても同様の実験を若干行なった結果、極低温下のコンクリートと同等の強度を有すれば、ほぼ同程度の加速度および速度を示すことが分った。このことは、引張強度が加速度および速度に深い関係があることを表わしている。

鉄筋の脆性破断は、鉄筋に作用する歪速度に大きく影響されるものと考え、図-7に、コンクリート割裂破壊時の鉄筋歪速度とコンクリートの引張強度との関係を示す。鉄筋歪速度とは、図-4に示す歪を時間で除したものである。

図-7においても、引張強度が大きくなるに従い鉄筋歪速度も増大することが分る。常温時で $1 \sim 5 \times 10^{-4} sec$ であるのに対し、 $-100^\circ C$ では、 $3 \sim 9 sec$ 程度となり、その比は、約1万倍ほどである。

5 まとめ

今回の実験結果 $-100^\circ C$ におけるコンクリート引張破壊時の変位加速度、変位速度および鉄筋歪速度の値は、いずれも常温時の1万倍、 $-50^\circ C$ における値は、数千倍であった。データ数が未だ十分ではないが、以上のデータから極低温下でコンクリートが破壊するときの衝撃を推定できるものと思われる。

また、極低温下において使用される横方向鉄筋としては、曲げ加工部においても上記の衝撃に対し脆性的に破壊しないように、品質および曲げ加工方法を採用しなければならない。

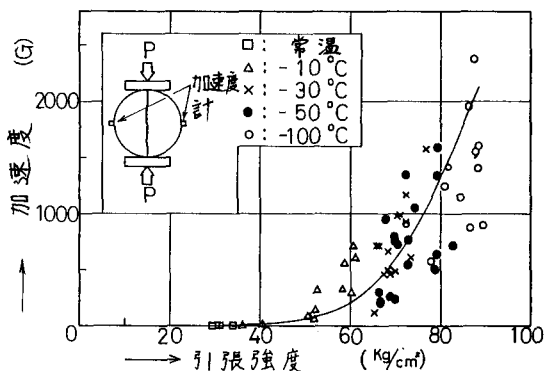


図-5 引張強度と加速度との関係

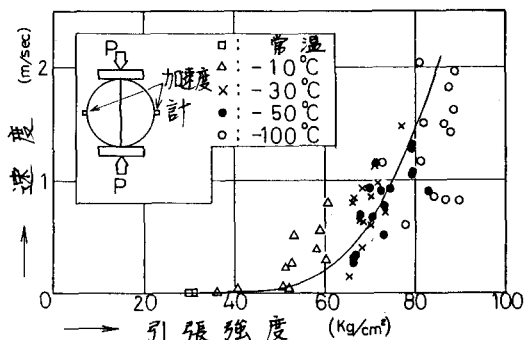
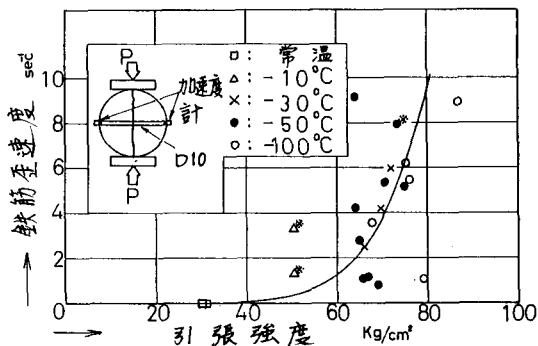


図-6 引張強度と速度との関係



(※印は、鉄筋の断面積が小さいもの)

図-7 引張強度と鉄筋歪速度との関係