

極低温下におけるコンクリートの破壊時の挙動に関する一実験

東北大学 学生員 ○加藤 恵三
 東北大学 正会員 三浦 尚
 東北大学 正会員 阿部 喜則

1. まえがき

極低温下における重ね継手の破壊は、常温下とは比較にならないほど衝撃的であり、そのため重ね継手を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。これは極低温下で、鉄筋は脆性的になり、またコンクリートは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ける重ね継手の横方向鉄筋の破断を防ぐためには、コンクリートの破壊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のかという点に関しても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、この実験ではその衝撃がどの程度のものであるかを把握し、鉄筋にどの程度影響を及ぼすかを研究するものである。

2. 実験概要

1) 使用材料 実験に使用したセメントは早強ポルトランドセメント、細骨材は川砂、粗骨材は碎石である。水セメント比 w/c は 50%、細骨材率は 38% とした。

2) 実験方法

α. 供試体加速度の測定 コンクリートが引張破壊を起こすときの程度の衝撃を伴うのかを把握するため、引張供試体を割裂破壊させその時の供試体の変位加速度を測定する。測定方法は、円柱供試体（直径 15 cm、高さ 16 cm とした）の側面に直径方向 2箇所ピックアップをセットし、割裂した供試体の加速度を電気信号に変え振動計を通しデジタルストレージオシロスコープに送られる。（図-1 参照）オシロスコープでは送られてきた波形信号をキャッチし記憶する。その波形を X-Y レコーダに書かせる。

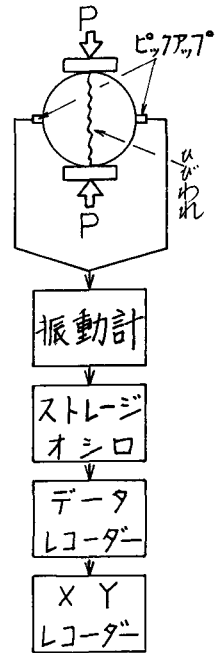


図-1

β. 鉄筋応力の測定 実際にコンクリートの割裂破壊時の衝撃が鉄筋に与える影響の大きさを知るため、引張供試体中にゲージを貼。た鉄筋（SD30、D10）を埋め込み割裂試験を行なう。鉄筋は円柱の直径方向に、高さのちょうど半分の位置に配置した。

3. 結果および考察

供試体の加速度は図-2 のような波形で表わされ、X 軸方向を時間、Y 軸方向を加速度としている。波形と X 軸とで囲まれた面積が変位速度を表わしている。実験で得られた加速度と引張強度との関係を表わしたグラフを図-4、速度と引張強度との関係を表わしたグラフを図-5 に示す。これらを見ると、引張強度が大きくなると加速度および速度が大きくなる。ていることがわかる。常温での加速度は 0.02~0.3G の値であるのに対し、-100℃では 900~2000G ほどの値を示している。また速度においても、常温

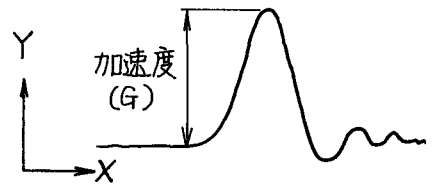


図-2 加速度の波形

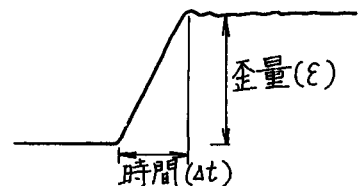


図-3 鉄筋の歪波形

で $10^{-5} \sim 10^{-4}$ m/s に対し、 -100°C では $0.8 \sim 2$ m/s もの値を示している。これらのことから -100°C 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わかった。なお本実験では、高強度コンクリートと極低温下の普通強度コンクリートとの対照実験を行った。その結果、常温下の高強度コンクリートと極低温下の普通強度コンクリートが同じ引張強度であれば、同程度の加速度や速度を示すことが確認できた。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。

図-6 にコンクリート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表わすグラフを示す。鉄筋歪速度は、図-3 で示す歪量を歪時間 Δt で割ったものである。グラフから、引張強度が大きくなるとやはり歪速度も増大することがわかる。常温で $10^{-4} \sim 5 \times 10^{-4} \text{ sec}^{-1}$ であるのに対し、 -100°C では $3 \sim 9 \text{ sec}^{-1}$ 程度で 1 万倍ほどの値を示している。

5. まとめ

コンクリートの引張破壊時の加速度、速度および鉄筋歪速度は、コンクリートの引張強度が大きくなるに従って急激に増加する。すなわち 同じコンクリートであれば、温度が低下することによって急激に増加を示している。実験結果から加速度、速度および歪速度の -100°C の値は常温下での値のおよそ 1 万倍、 -50°C の値はおおよそ数千倍であり、その比は加速度、速度および歪速度のいずれについてもほぼ同じ値となっている。以上のことから、温度の低下に伴いコンクリートが衝撃的に破壊するようになり、その衝撃が鉄筋の歪速度を増大させ、結果的に鉄筋を脆性的に破断させる原因の 1 つとなっていることがわかる。

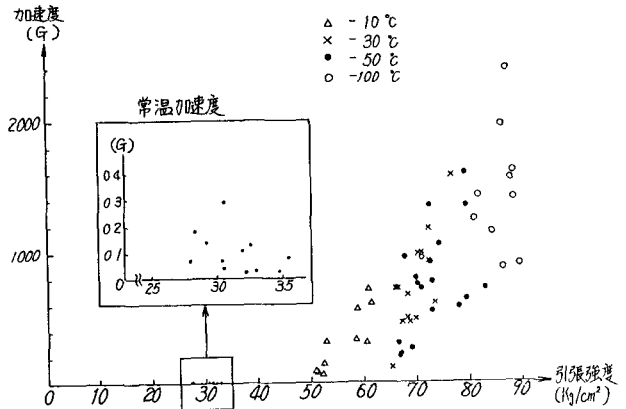


図-4 加速度と引張強度との関係

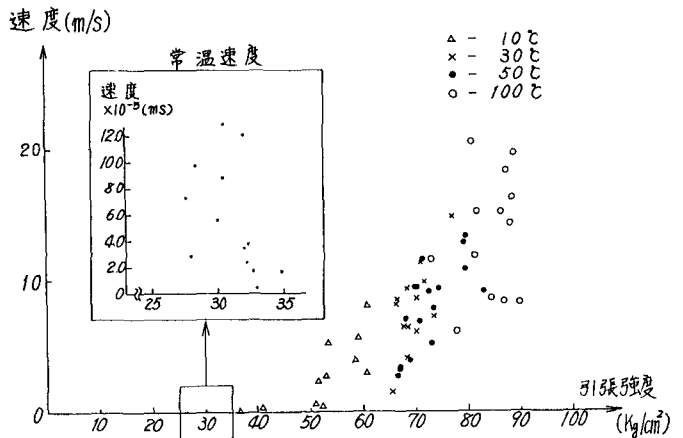


図-5 速度と引張強度との関係

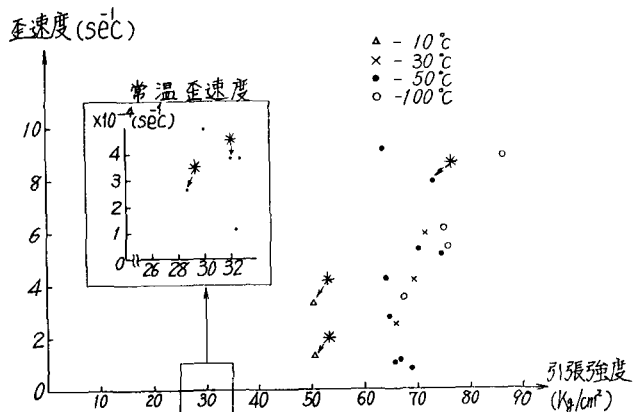


図-6 歪速度と引張強度との関係

(※印は鉄筋断面積が約半分のものにて測定)