

東北大学 学生員 ○鈴木 知洋

東北大学 正 員 三浦 尚

東北大学 正 員 阿部 喜則

## 1. まえがき

コンクリートおよび鉄筋が極低温下にさらされると、それらは常温と比べて強度は増加するが、もろくなる性質を持っている。この兩者を用いた鉄筋コンクリート部材中の鉄筋の重ね継手部の破壊は、常温とは比較にならないほど衝撃的なものとなり、補強に用いられた横方向鉄筋は、脆性的に破断することがある。今までの研究では、この低温脆性を改善するためには、横方向鉄筋の品質や曲げ加工するときの曲げ内半径を制限するのが有効であること、および重ね継手の変形能を高めるためには、横方向鉄筋の品質を変えるのが有効であることが報告されている<sup>1)</sup>。しかし、横方向鉄筋の形状を変えた場合の重ね継手の変形能についてはまだ明らかにされていない。また、重ね継手の衝撃的破壊が横方向鉄筋に与える影響についても、定量的測定はなされていない。そこで本研究では、横方向鉄筋の形状を変えた場合の重ね継手の変形能と衝撃的破壊が横方向鉄筋に与える影響に関して、実験を行ない検討した。

## 2. 実験概要

実験材料は、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、混和剤はポリオキシエチレンアルキルアリルエーテルを主成分とするAE減水剤、鉄筋は市販の横7シ異形鉄筋D22(SD35)、D10(SD30)である。

図-1に実験に用いた供試体の形状・寸法を示す。供試体の種類は、横方向鉄筋の形状を変えて3種(タイプA, B, C)とした。また、横方向鉄筋本数は2本および4本、重ね継手長を25cmと一定とし、鉄筋レベル面での割裂破壊(side split failure)を起すように設定した。横方向鉄筋には、普通鉄筋を平均曲げ至20%に冷間曲げ加工したものを使用した。供試体は、打設後水中養生を行い、実験材令は7日とした。この時、含水量は約6.0%であった。実験は、供試体を図-2の載荷装置にセットし、液体窒素を低温槽に噴射して、供試体の温度を徐々に所定温度まで下げ、安定したところでジャッキで引張載荷した。試験温度は、常温、 $-50^{\circ}\text{C}$ 、 $-100^{\circ}\text{C}$ の3種とした。主鉄筋とコンクリートとの相対変位量の測定は、図-3に示すカンチレバー式の変位計を使用した。

また、重ね継手破壊時における横方向鉄筋の歪速度の測定は、図-1のように横方向鉄筋の主鉄筋のレベル面の位置に至ゲージを貼り付け、図-4に示す手順で、鉄筋の歪の時間的変化を動歪計等で捕えて、歪速度を求めた。

## 4. 実験結果および考察

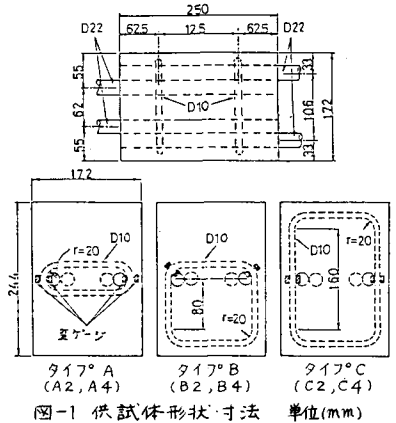


図-1 供試体形状・寸法 単位(mm)

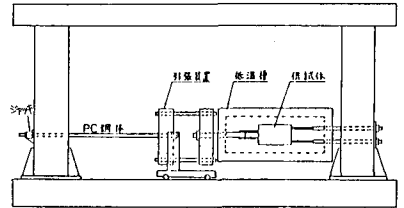


図-2 載荷装置

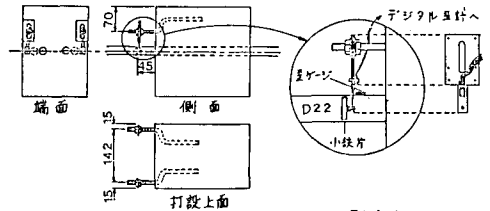


図-3 相対変位測定方法

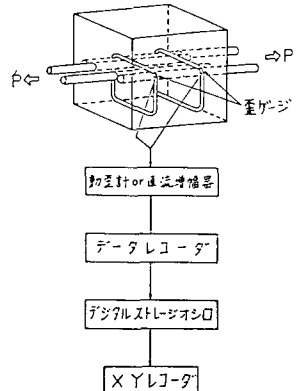


図-4 横方向鉄筋の歪速度測定手順

### 1) 重ね継手強度

図-5に横方向鉄筋2本の場合の試験温度と重ね継手破壊荷重との関係および各温度の主鉄筋の降伏点を示す。この図から横方向鉄筋の形状の違いによる重ね継手強度の差は、あまりなかった。これは従来の研究と同様である。このような結果になったのは、破壊面と直交する横方向鉄筋の断面積が同じであったことによると考えられる。

### 2) 変形能

図-6に横方向鉄筋2本の場合の主鉄筋とコンクリートとの間の終局相対変位量と試験温度との関係を示す。この図から、どの供試体も低温になるに従い、終局相対変位量は大きくなっていることがわかる。これは低温になると、コンクリートの伸び能力が大きくなること、および強度が大きくなることに起因していると思われる。また、 $-100^{\circ}\text{C}$ になると、タイプB、CはタイプAに比べて大きな終局相対変位量となっている。これは、タイプAのように主鉄筋に持して主鉄筋を取り囲むと、タイプB、Cよりも主鉄筋の滑り出しを押える効果が大きいことによると考えられる。

### 3) 従来の研究との比較

従来の研究では、本実験の供試体より鉄筋面に直角方向のコンクリートの寸法が $\frac{1}{2}$ と小さい供試体で、タイプAの横方向鉄筋を配置し、同様の実験を行っている。このときの結果と比較すると、本実験は、重ね継手破壊荷重はほとんど変わらないのに対し、終局相対変位量は小さくなっていることがわかった。断面が大きくなって、破壊荷重が変化しないのは破壊パターンが変化しないからであり、終局相対変位量が小さくなるのは鉄筋面に直角方向のかぶりコンクリートが増加した分、継手部をより拘束するためと思われる。

### 4) 横方向鉄筋の至速度

図-7に重ね継手破壊荷重と至速度との関係を示す。ここで至速度とは、重ね継手破壊時の横方向鉄筋の至の時間的変化の波形における最大傾きである。図-7から、至速度は、破壊荷重の増加に従い大きくなっていることがわかる。B2の常温と $-50^{\circ}\text{C}$ を比較すると、 $-50^{\circ}\text{C}$ での至速度は常温の約1000~10000倍であった。また、曲げ加工部の内側と外側では、内側の方が大きい。そして鉄筋が破断した場合には、内側の至速度は、非常に大きく160 $\text{s}^{-1}$ にもなっている。これらの結果から、この値付近で曲げ加工された鉄筋は、内側から破断する危険性があると思われる。また、横方向鉄筋の形状の違いで、 $-50^{\circ}\text{C}$ のB2とC2とを破断しないものだけで比較すると、C2の方が至速度は小さい。これは、C2は破壊面に直線部を配しているためと考えられる。なお、至の大きさが非常に大きいことや衝撃時間が非常に短いことがあって、至ゲージや測定器等の制約を受けて、 $-50^{\circ}\text{C}$ よりも低温の場合について測定できなかったが、もっと大きな値であることは予想されるので、曲げ加工してもこれに耐えうる品質の鉄筋の開発および使用が必要であると思われる。

<参考文献> 1)三浦尚・妹島淳生：極低温下における鉄筋の重ね継手性状におよぼす横方向鉄筋の性質の影響

第5回コンクリート工学年次講演会講演論文集 1983年

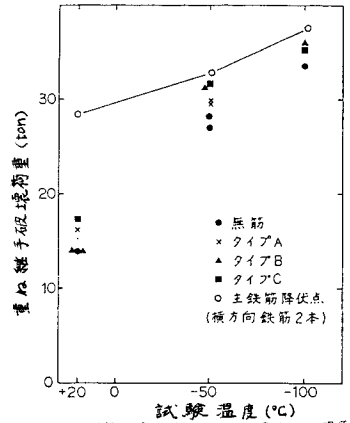


図-5 試験温度と重ね継手破壊荷重との関係

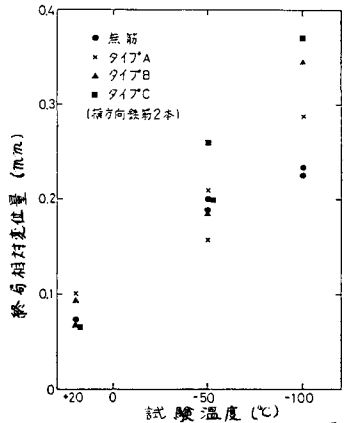


図-6 終局相対変位量と試験温度との関係

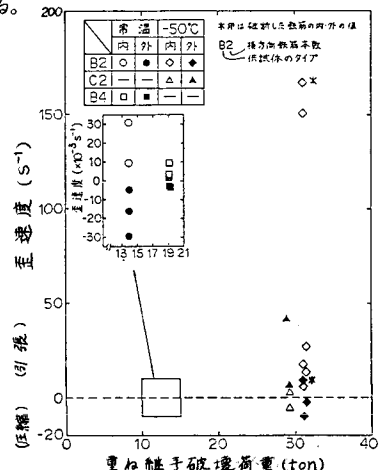


図-7 重ね継手破壊荷重と至速度との関係