

極低温下における鉄筋の重ね継手に及ぼす横方向鉄筋形状の影響

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

極低温下における鉄筋コンクリート部材中の鉄筋の重ね継手部では、常温とは非常に異なり、衝撃的に破壊する。この破壊に伴って横方向鉄筋は脆性的に破断される。ところで、構造物の安全性の点からみれば、重ね継手の低温靱性が問題となるが、従来の研究から、横方向鉄筋の曲げ加工度を小さくしたり、またアニールした鉄筋や成分調整した鉄筋を用いることによって、低温靱性改善の方法となることがわかっている。本研究では、普通鉄筋を用いて横方向鉄筋の形状を変えた場合、重ね継手の性状（おもに変形能）にどのように影響するかを、引張供試体を用いて実験し、結果を検討したものである。

2 実験概要

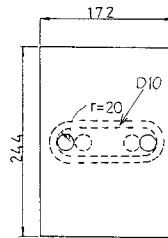
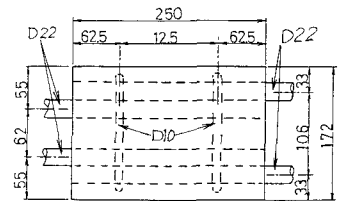
使用材料は、セメントは早強ポルトランドセメント、細骨材は川砂、粗骨材は碎石、混和剤はポリオキシエチレンアルキルアリルエーテルを主成分とするAE減水剤、鉄筋は市販の横フシ異形鉄筋D22（SD35）、D10（SD30）である。

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種類（タイプA、B、C）とした。また横方向鉄筋本数は2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）を起こすものとした。横方向鉄筋は、普通鉄筋を冷間曲げ加工したもの（平均曲げ歪は20%）を使用した。供試体は、水温 $21 \pm 3^{\circ}\text{C}$ の恒温水槽で水中養生し、材令7日で両引試験を行なった。その際の含水量は、約6.0%であった。養生後供試体は図-2の載荷装置に横にセットし、液体窒素によって低温槽の温度を徐々に所定温度まで下げ、一定になったところでジャッキで横方向に引張載荷した。主鉄筋とコンクリートとの相対変位量は、カンチレバー式の変位計を用いて測定した。試験温度は、常温、 -50°C 、 -100°C の3種とした。

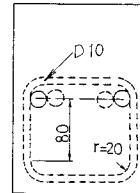
3 実験結果および考察

1) 破壊状況

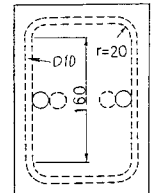
本実験では、どの供試体も設定したように Side Split Failure を起こした。破壊時のひびわれを観察すると、供試体のタイプA→B→Cの順で破壊は複雑であった。これは、横方向鉄筋形状の大きいタイプCがタイプA、Bに比べ、鉄筋が有効に働いて複雑になったものと思われる。また、 -50°C の一部、 -100°C の供試体ではどのタイプでも曲げ加工部で脆性的に破断した。破断面を観察すると、主鉄筋に近いフック内側から破断していることが見られた。



タイプA



タイプB



タイプC

図-1 供試体の形状・寸法 単位(mm)

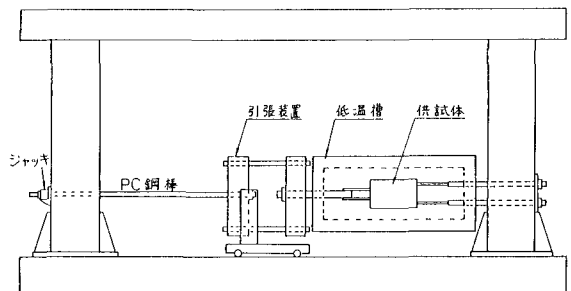


図-2 載荷装置

2) 重ね継手強度について

図-3に試験温度と重ね継手破壊荷重との関係及び各温度の主鉄筋の降伏点を示す。図より、タイプの違いによる重ね継手強度の差はあまりないようである。これは従来の研究と同様である。

3) 変形能について

図-4に重ね継手の主鉄筋とコンクリートとの間の終局相対変位量と破壊時平均付着応力度との関係、図-5に終局相対変位量と試験温度との関係をそれぞれ示す。この図-4、5よりすべてのタイプにおいて、低温になるに従い、終局相対変位量は大きくなっている。これは、温度が下がると破壊時平均付着応力度が大きくなるためと考えられる。

また-100℃になるとタイプB、Cは、タイプAに比べて大きな終局変位量となっているが、タイプAは、横方向鉄筋が主鉄筋を最も近い位置で取り囲んでおり、タイプB、Cよりも主鉄筋を拘束しているため、変位量が小さいものと思われる。

図-6に相対変位と引張荷重との関係の1例としてタイプBの場合を示す。どの温度でも相対変位量の増加の割合は、終局耐力付近で大きくなっていない。従ってどの温度でも重ね継手のねばりはないと思われる。

4) 従来の研究との比較

従来の研究では、本実験供試体の断面の大きさが1/2である供試体を使って、タイプAに対して同様の試験を行なっている。重ね継手破壊荷重は、断面が変わってもほとんど変化しなかった。これは、主鉄筋レベルでの側方がぶりが一定であれば、上下方向の力が変化しても重ね継手強度には影響しないようである。また、相対変位量は断面が大きい方がかなり小さい。これは、断面が大きくなるとコンクリートが継手部をより拘束するためと思われる。

以上のことから、タイプA→タイプB、Cと供試体中での横方向鉄筋形状を変えることは、極低温下における重ね継手部の変形能を高める効果があると思われる。

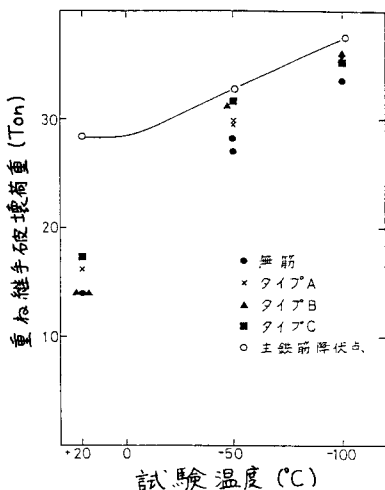


図-3 試験温度と重ね継手破壊荷重との関係

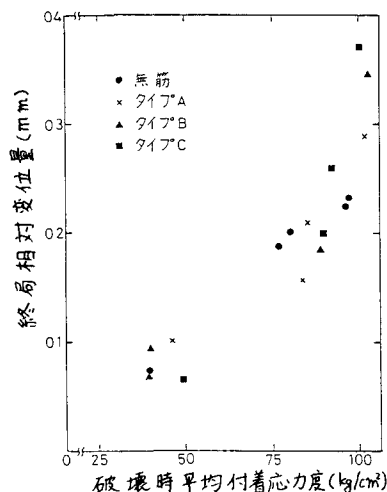


図-4 終局相対変位量と破壊時平均付着応力度との関係

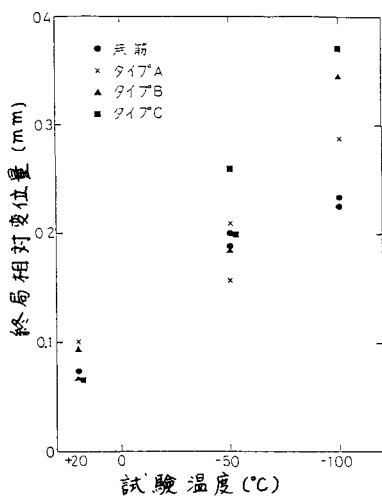


図-5 終局相対変位量と試験温度との関係

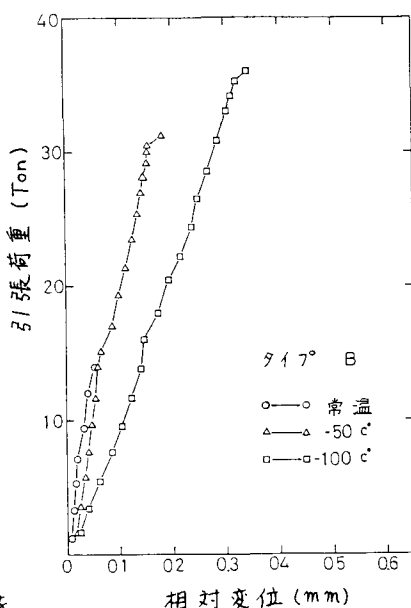


図-6 相対変位と引張荷重との関係