

中部大学 正員 ○愛知五男

" " 平沢征夫

1. まえがき

鉄筋とコンクリートとの付着に関する研究の対象は、これまで多くが鉄筋とコンクリート間の応力伝達機構に向けられる傾向にあった。近年コンクリートの耐久性の面から多くの問題が提起されている。これらの内ひびわれに関して、コンクリートのひびわれ面からの距離、ひびわれ部分での鉄筋の剥離の程度なども付着強さと密接な関係があるものと思われる。

表1 モルタルとコンクリートの性質

骨材寸法 (mm)	W/C (%)	圧縮強度 (kgf/cm ²)	引張強度 (kgf/cm ²)	弾性係数 $\times 10^5$ (kgf/cm ²)
25	52	351	23.5	3.35
15	49	359	22.8	2.98
5	37	487	24.8	2.80

本報告では、耐久性に関する要因として、コンクリートと鉄筋のかぶり厚さの差異による影響も無視出来なく、これによりコンクリート表面ひびわれ（幅）と内部ひびわれの関係、鉄筋との剥離形態および使用材料などが関与して来ることが予想される。これらの一部を実験的に検討したものである。

2. 実験概要

使用材料として鉄筋は、SD30、D19の横フシ異形鉄筋、モルタル及びコンクリートは表1に示したような性質のものを用いた。供試体は、図1に示したような形状寸法のものを用いた。供試体は、図1に示したような形状寸法のものを用いた。供試体は、図1に示したような形状寸法のものを用いた。供試体は、図1に示したような形状寸法のものを用いた。

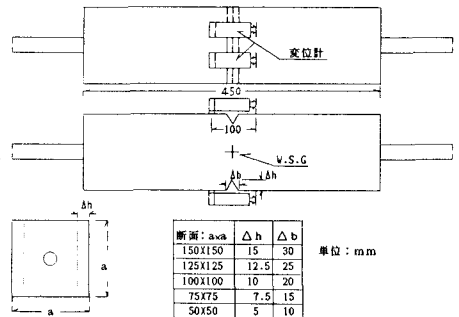


図1 形状寸法

試験方法は、両引試験により行ない、任意の漸増載荷により切欠部におけるコンクリート表面ひずみと鉄筋ひずみ（1体）及び変位計によりひびわれ幅を測定し、降伏荷重以降の切欠部のコンクリートひびわれ幅が、0.5～2.5mm程度の範囲まで引張した後除荷した。試験後ひびわれ部分にエポキシ樹脂を注入し、硬化後コンクリートカッターにより供試体を切欠部を中心に長さ25cmで、断面の1/4を切り出して、鉄筋とコンクリートの剥離長さを求め、内部ひびわれ状況を拡大投影機により観察し1cm間隔でひびわれ幅を測定した。

試験方法は、両引試験により行ない、任意の漸増載荷により切欠部におけるコンクリート表面ひずみと鉄筋ひずみ（1体）及び変位計によりひびわれ幅を測定し、降伏荷重以降の切欠部のコンクリートひびわれ幅が、0.5～2.5mm程度の範囲まで引張した後除荷した。試験後ひびわれ部分にエポキシ樹脂を注入し、硬化後コンクリートカッターにより供試体を切欠部を中心に長さ25cmで、断面の1/4を切り出して、鉄筋とコンクリートの剥離長さを求め、内部ひびわれ状況を拡大投影機により観察し1cm間隔でひびわれ幅を測定した。

3. 実験結果と考察

測定結果は、供試体2～3体の平均で示した。鉄筋を取り巻くコンクリート断面の差異により、鉄筋引張荷重とコンクリートの表面ひずみの関係を図2に示した。ひずみが 100×10^{-6} 時におけるそれぞれの荷重を有効断面で除してコンクリート引張応力度を求めた結果、13～15 kgf/cm²程度で示され、ひびわれが生ずると見られるまでは、鉄筋からの応力度伝達能力にかぶり厚さが影響することは少ないようである。

一方、リングテンションは、コンクリート表面引張応力度の結果から、かぶり厚さの増加することによって反比例する傾向が示された。

図3にかぶり厚さの差異による荷重と表面ひびわれ幅の関係を骨材寸法15mmについて示した。ひびわれ幅は、鉄筋降伏点附近までほぼ直線的に増加する。

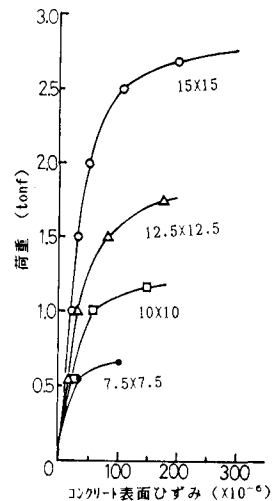


図2 荷重とひずみの関係

しかし、かぶり厚さが大きくなれば荷重の増加に伴いひびわれ幅の差は大きくなる。直接引張の両引試験体と曲げを受けるはり試験体では、付着形態において若干異なるがこれまでに提案されている多くの曲げひびわれ幅算定式の内、森田式¹⁾によって得られた計算値と測定値を比較してみた。断面 10X10cm、12.5X12.5cm

（かぶり厚4cm、5.3cm）で非常に良く一致する結果を得たが、断面 7.5X7.5cm（かぶり厚2.8cm）で計算値より測定値が小さくなった原因として、切欠部を含む測定範囲以外にもひびわれが分散した結果と思われる。図には示していないが、骨材粒径 5mm の場合もほぼ同じ傾向が見られた。また、骨材粒径が 25mm の断面 10cm、12.5cm、15cm では、ひびわれ幅にさほど顕著な差が見られなく、特に断面 15cm が計算値と違いを示した。

図4に骨材粒径がひびわれ幅に及ぼす影響を、断面 12.5cm の場合で示した。粒径が5mm程度と小さくなれば、ひびわれ幅は増大する傾向が示された。これは、骨材粒子間のかみ合いの低下と鉄筋とコンクリート界面での相対変位の差により内部ひびわれの分散の割合が減少した結果と思われる。

図5は、かぶり厚さの差異により除荷後の表面ひびわれ幅とひびわれ部分のコンクリートと鉄筋の剝離面積の関係を示した。鉄筋の弾性範囲で除荷した場合、ひびわれは閉じ樹脂注入が困難であったことから、降伏応力付近までの 0.5～2.5mm と比較的大きなひびわれを発生させた。この結果除荷後のひびわれ幅は、載荷時の最大ひびわれ幅に較べて、ひびわれ幅の大小にかかわらず約 0.4mm 程減少した。かぶり厚さが大きくなると、剝離面積が若干小さくなる傾向を示した。また、表面ひびわれ幅からある程度、剝離面積の推測が可能であると思われる。

骨材粒径 25mm、かぶり厚さ 6.5cm に於ける内部ひびわれと剝離の状況の一例を、図6（a）に表面ひびわれ幅約 1mm、（b）に約 2mm について図示した。鉄筋とコンクリート界面での微細なひびわれも生じていると考えられるが、樹脂注入が可能な範囲で比較的巨視的な測定結果である。鉄筋表面特にフシ部分から生じた微視的なひびわれも含んだ多くのひびわれは、任意の位置から結束して表面に現われる。鉄筋付近のひびわれ幅に対してコンクリート表面ひびわれ幅は、2倍以上の値を示した。

4. あとがき

本実験結果の内、かぶり厚さによる内部ひびわれと鉄筋との剝離は、除荷後であり鉄筋に応力が作用している状態とは異なる点、及び鉄筋の発錆という耐久性の面からの検討を今後進めて行く予定である。

〔参考文献〕 1) コンクリート構造設計研究会：コンクリート構造設計資料、技報堂出版、1985.2

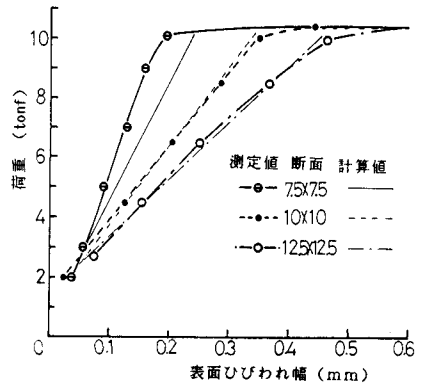


図3 かぶり厚とひびわれ幅の関係

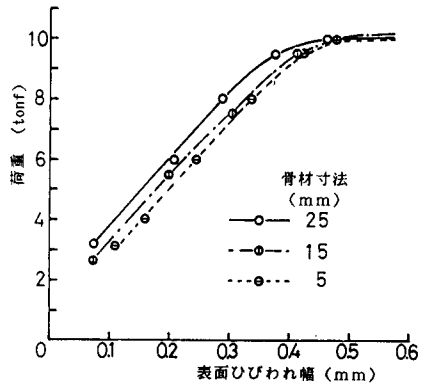


図4 骨材粒径とひびわれ幅の関係

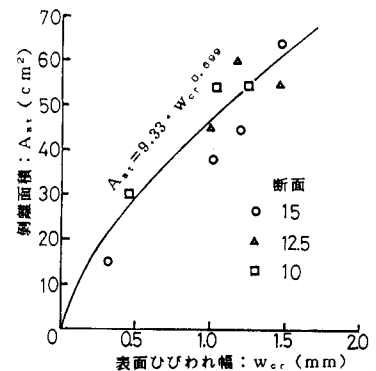


図5 ひびわれ幅と剝離面積

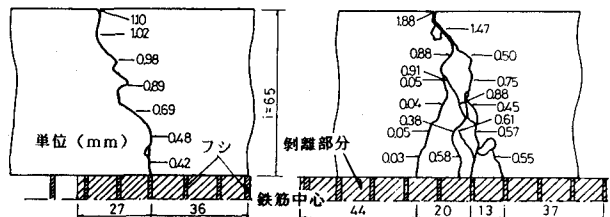


図6 内部ひびわれと剝離状況