

東京理工専門学校 正会員 ○趙 力 采
東 大 生 研 正会員 小 林 一 輔

1. はしがき

鋼繊維補強コンクリートは従来のコンクリートに比べてひびわれに対する抵抗性が格段にすぐれている点はその特徴であるが、これを定量的に評価する方法はまだ確立されていない。本文は鋼繊維補強コンクリートのひびわれ拘束性能の概念を明確にするとともに、面引き方法による鉄筋の付着試験を応用したひびわれ拘束性能の実用的な試験方法を提案したものである。

2. ひびわれ拘束性能と試験方法

鋼繊維補強コンクリートのひびわれ拘束性能、すなわちひびわれに対する抵抗性はひびわれ発生に対する抵抗度とひびわれの拡大に対する抵抗度の両方から評価する必要がある。著者らは、これらを精度よく評価するための必要条件として、破壊時における歪速度の急速な拡大を防ぐとともに、単軸引張応力状態の下でのひびわれに対する抵抗性が簡便に測定できるという2点を考慮し、面引き方法による鉄筋の付着試験を応用した次のような試験方法を考案した。この方法は図1に示すような試験体を用いるものであるが、一般の面引き試験用供試体と異なる点は、1)鋼繊維補強コンクリート部分に単軸引張応力状態をつくり出すために、試験体の中央部の一定区間は鋼材とコンクリートとの付着を除いている点と、2)ひびわれの発生位置を予め決めておき、ひびわれ幅の測定を容易にするために中央部の1ヶ所だけ切欠きを設けている点の2点である。

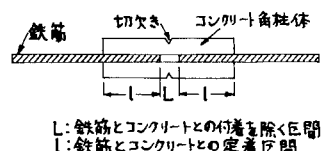


図1. 面引き試験供試体

3. 面引き方法による試験に用いる供試体の形状寸法の検討

3.1 概要

供試体の断面は $10 \times 10 \text{ cm}$ とし、鉄筋は直径が 19 mm の機械構造用棒鋼(S53C)をコンクリートとの付着を絶つ区間を除きネジ切り断面(W $3/4$)としたものを用いた。この場合のコンクリート角柱体の長さ、鉄筋のコンクリートとの付着を除く区間長と定着長、ならびにコンクリート断面の切欠き深さ等の検討を行い、切欠き部のコンクリートが単軸引張応力状態となる供試体の形状寸法を決定した。

3.2 形状寸法の検討結果

図2は切欠き深さ(1cm)と鉄筋とコンクリートとの付着を除く区間長(5cm)を一定とした場合のコンクリート角柱体長さ(40と60cm)が引張荷重と切欠き部のひびわれ幅との関係に及ぼす影響を示したものである。図より、角柱体長さが60cmの場合、プレーンコンクリートと鋼繊維補強コンクリートのいずれにおいても、切欠き部以外のひびわれの発生に起因して、それぞれ一定の荷重からひびわれ幅が増大しなくなるのに対して、角柱体長さが40cmのものは切欠き部のひびわれが拡大することがわかる。このことは、コンクリート断面が $10 \times 10 \text{ cm}$ の場合、その最適な角柱体長さが40cm程度、すなわち鉄筋とコンクリートとの定着長が17.5cm程度であることを示唆するものである。一方、図3はコンクリート角柱体長さ(40cm)と付着を除く区間長(5cm)を一定とし、公称直径が 19 mm の異形鉄筋を用いた場合の、引張荷重と供試体切欠き部における鉄筋のひずみ及びコンクリート表面のひずみとの関係を示したものである。図から、両者の関係は繊維量が増加するにつれて著しく異なってくるのがわかる。このことは、鉄筋のコンクリートとの定着長が不十分であることを示すものであり、この場合、鋼繊維補強コンクリートのひびわれの発生と拡大に対する抵抗度を正確に捉えることができないことにな

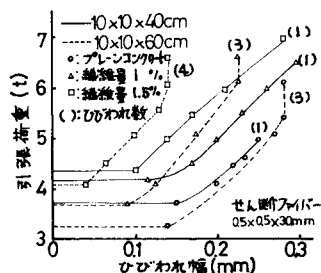


図2. コンクリート角柱体長さが引張荷重とひびわれ幅との関係に及ぼす影響

る。同一角柱体寸法で鉄筋とコンクリートとの付着を除く区間長(5, 7.5, 10及び15cm), すなわち定着長(17.5, 16.3, 15及び12.5cm)を変化させて検討した結果では, 付着を除く区間長が5cm(定着長: 17.5cm)の場合に, 切欠き部のコンクリートが単軸引張応力状態にあることを確認した(図4参照)。また, コンクリート角柱体の断面寸法を $10 \times 10 \times 40$ cmとし, 中央部の切欠き深さ(5と10mm)が引張荷重とひびわれ幅との関係に及ぼす影響についての検討も行い, この範囲の切欠き深さの変化がひびわれ荷重時に生ずるひびわれ幅の拡大の程度にあまり影響を及ぼさず, しかもいずれの場合もひびわれ発生位置が切欠き部に固定できることを確認した。

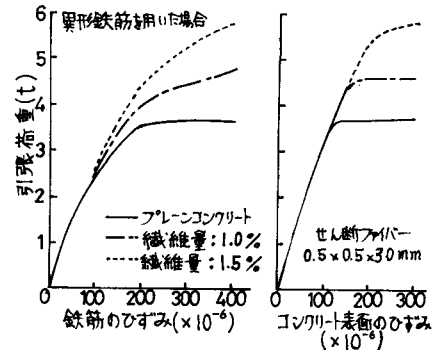


図3. 引張荷重ひずみ曲線に及ぼす定着長の影響

4. 両引き方法による試験の意義と適用性

図4(a), (b)及び(c)は鋼繊維補強コンクリート及びプレーンコンクリートについて上記の両引き試験を実施した結果得られたもので, それぞれ引張荷重と供試体切欠き部における鉄筋のひずみ, コンクリート表面のひずみ及びひびわれ幅との関係を示したものである。図4(a)と図4(b)との対比より明らかなように, プレーンコンクリートと鋼繊維補強コンクリートの引張荷重と鉄筋のひずみとの関係(OABCとO'A'B'C')は引張荷重とコンクリート表面のひずみとの関係(OaとO'a')と, その引張荷重がひびわれ荷重に達するまでは全く一致し, 切欠き部分が単軸引張応力状態とになっていることを示している。従って, プレーンコンクリートと鋼繊維補強コンクリートのひびわれ時に分担している引張力 T_1 と T_1' ならびに鋼繊維のブリッジ作用による分担力 T_2 に関係した値を図4(c)から求め得ることがわかる。

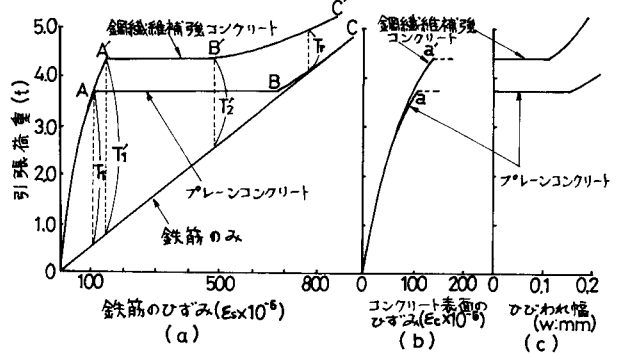


図4. 両引き方法による引張荷重と鉄筋のひずみ, 供試体表面のひずみ及びひびわれ幅との関係

5. ひびわれ拘束性能の評価方法

図5(a)と(b)は図4(a), (b)と(c)の関係に基づき, 鋼繊維補強コンクリートのひびわれ拘束性能の求め方を示したものである。すなわち, 著

者らは, ひびわれ発生に対する抵抗度に関しては, プレーンコンクリートに対する鋼繊維補強コンクリートのひびわれ荷重の比(P_s/P_p)及びひびわれ時までの引張荷重と鉄筋のひずみ曲線と鉄筋のみのひずみ曲線によって囲まれた面積の比(S_s/S_p), 即ちエネルギー比の2つによって評価することにした(図5(a)参照)。一方, ひびわれの拡大に対する抵抗度に関しては, ひびわれ荷重時に拡大するひびわれ幅の比, 即ちひびわれ拘束比(W_p/W_s)ならびに, ひびわれ幅が所定値(ここでは0.2mm)に達したときの荷重(P_s'/P_p')の2つによって評価できるとした(図5(b)参照)。

なお, 本方法により, 鋼繊維補強コンクリートのひびわれ拘束性能に及ぼす鋼繊維に関する要因等の影響について検討した結果は当日報告する。

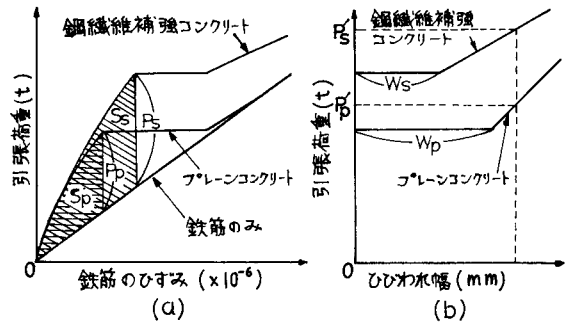


図5. 鋼繊維補強コンクリートのひびわれ拘束性能の評価方法