

コンクリートの長さ変化がひびわれ幅に及ぼす影響

中部大学 正会員 ○愛知五男
中部大学 正会員 平沢征夫

1. まえがき

コンクリート部材のひびわれは、各種の要因によって発生する。例えば、コンクリートの乾燥収縮、クリープあるいは鋼材との付着性状などによって少なからず影響を受ける。土木学会でも、使用限界状態設計のひびわれ幅に対する検討の条項で、それらの因子を反映した曲げひびわれ幅算定式を提案して、許容ひびわれ幅以下になるよう定めている。

本報告は、曲げひびわれ幅算定式の中の、 ε'_{cs} に関する環境条件の乾湿および膨張の差が、コンクリート表面のひびわれ幅にどの程度影響を及ぼすか、実験的に検討を試みたものである。実験は、鉄筋コンクリート部材の引張り部がこれと力学的に比較的良好な状態で再現できる両引試験により求めた。

2. 実験概要

コンクリート長さ変化を与える要因として、材料と養生の2面から検討した。実験に使用した混和材は、CSA系膨張混和材であり単位セメントの内割で混入率を0, 7, 11, 14 %とし、養生は恒温室(20℃, 75%±5 R.H) と水中で行ない、コンクリートの基準配合を表-1に示した。材齢28日の圧縮強度は、混入率により若干変動したが恒温養生で 319~351kgf/cm², 水中養生で 337~363kgf/cm² でありヤン係数は、平均で3.0×10⁵ kgf/cm²であった。

供試体は図-1に示し、断面は正方形(1辺 b=10cm)で中央側面に切欠(Δh=0.1xb)を入れ、切欠を挟んでチップを取付た。供試体断面中心に異形鉄筋D19(SD30B)を配したものと無筋のものを各要因に対して4本(無筋2本)作成した。長さ変化の測定は、コンクリート打設後1日で脱枠し、チップ間の長さ4箇所をコンタクトゲージで測り基準長とし、これ以後所定の材齢毎に長さ変化量を求めた。

両引試験では、供試体4本の内2本を材齢28日で試験に供し、ひびわれ幅の測定には、切り欠き部に発生するひびわれ幅を図に示した4個の変位計により平均して求めた。この場合コンクリートの伸び能力をも考慮した。

3. 実験結果及び考察

図-2は、恒温養生により求めた膨張材混入率による自由変化量と鉄筋による付着拘束変化量を示し、併せて普通コンクリートの鉄筋による拘束率を示した。図中の記号Sは鉄筋を配筋したものであり数字は膨張材混入率

表-1 コンクリートの基準配合表

Max.s (mm)	Slump (mm)	Air (%)	W/C (%)	s/a (%)	Unit weight(Kg/m ³)				
					C	W	S	G	Ad
20	9±1	3.5	52	42	310	161	764	1078	0.62

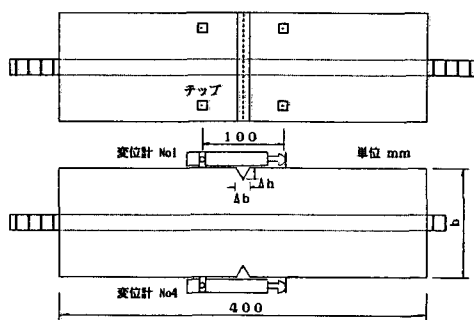


図-1 供試体形状寸法

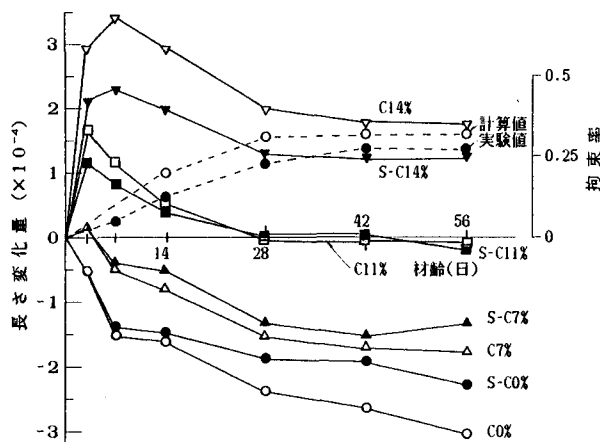


図-2 長さ変化量と拘束率

を表す。コンクリート収縮及び膨張を鉄筋の付着で拘束を与えた結果、両引試験材齢28日の変化は、基準に対して S-C7, S-C0 で収縮、S-C11 で変化なし、S-C14 では膨張を示している。また、普通コンクリートの任意材齢における実験値と計算値の拘束率を破線で示し、計算値は次式により求めた。

$$K_t = n_t \cdot p / \{ n_t \cdot p + 1 / (1 + \phi_t) \}$$

ここに、 n_t 、 ϕ_t ：任意材齢のヤング係数比とクリープ係数で H.リュッシュによつて提案された係数により算出した p ：鉄筋比

この結果、実験値が計算値を5%程下回ったが、これは鉄筋表面付着力のみで拘束が与えられず、コンクリートかぶりによる応力リングの程度の差が現われたものと考えられる。

膨張材混入率と養生条件が、ひびわれ幅に及ぼす影響を図-3 (恒温)、図-4 (水中) にそれぞれ示した。図中実線の a) 式は、土木学会式により求め、また b) 式の破線は、コンクリートの乾燥収縮及びクリープによる影響を考慮しない場合について示したが、この差はひびわれ幅で0.03mmに相当している。鉄筋応力度とひびわれ幅の関係は、鉄筋応力度の増加に伴いひびわれ幅も、直線的に増加する傾向が見られるが、これはコンクリートにひびわれが生じた段階で、ひびわれ部の付着状況が若干変化するものの鉄筋の伸びに追従し、ほぼ規則的にひびわれ幅が増加するためと思われる。

恒温養生において、混入率が11, 14% で長さ変化量が収縮域にない場合、無混入に対して初期ひびわれ時の鉄筋応力度は、200kgf/cm²程高く、ひびわれ幅では0.03mm小さくなり、ひびわれ抑制に寄与している。水中養生で、鉄筋応力度増加によるひびわれ幅の変化は、b) 式によって求めたひびわれ幅よりいずれも小さく示された。この場合供試体には収縮が生じていなく、特に膨張材混入供試体では、付着拘束作用によるケミカルプレストレスの影響によりひびわれ幅で約0.05mmの差異が生じている。

図-5は、図-3, 4を用いて鉄筋応力度が1.8, 2.4 tf/cm²の場合、膨張材混入率と養生条件によりひびわれ幅に及ぼす影響を示した。膨張材混入率11%では無混入に対してひびわれ幅は、10~15% 減少した。

4. あとがき

鉄筋による付着拘束の状態で長さ変化の有無により、ひびわれ幅への影響を調べた。両引試験材齢で長さ変化の少ないものと収縮ひずみ約 180 $\mu\epsilon$ のもので比較するとひびわれ幅は後者が0.03mm程増大した。a) 式の中で ϵ'_{cs} に150 $\mu\epsilon$ を与えているが、これは本実験条件によって得られたひびわれ幅に相当する。

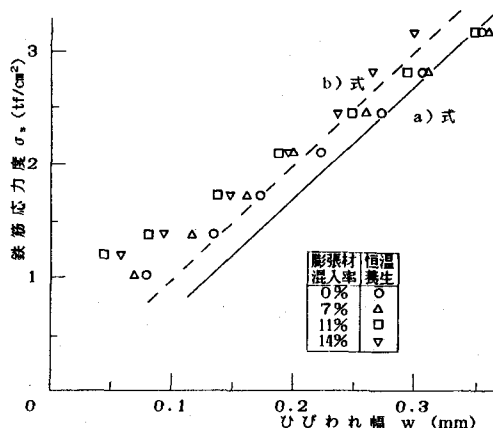


図-3 恒温養生がひびわれ幅に及ぼす影響

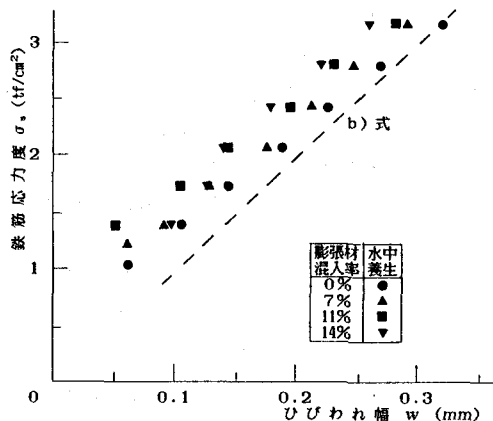


図-4 水中養生がひびわれ幅に及ぼす影響

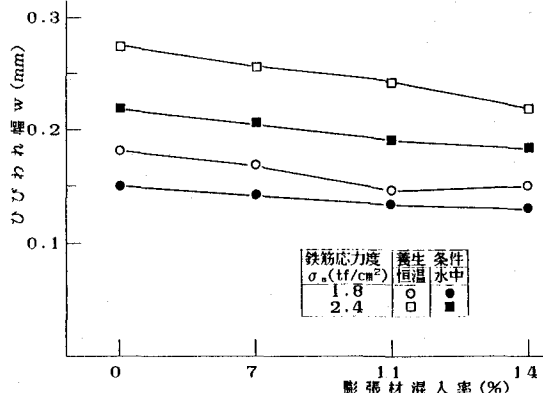


図-5 膨張材混入率とひびわれ幅の関係