

岐阜大学 正会員

小柳 治

六郷恵哲

大野定俊

学生会員 ○岩瀬裕之

山内 茂

1 概要

RC はりのじん性や変形能の評価方法の確立を目的として、その曲げ破壊過程におけるエネルギー消散に与める鉄筋とコンクリートの役割を明らかにするため、応力ひずみ関係の異なる3種類のコンクリートで作られた単鉄筋RC はりの曲げ破壊過程の荷重変位関係・中立軸の位置・消費エネルギーについて、実験結果とコンクリートの応力ひずみ関係を基にして弾性荷重法で計算した結果とを比較検討した。

2. 実験ならびに計算方法

供試体：RC はりの形状寸法ならびに載荷方法を図1に示す。鉄筋比は鉄筋の降伏とコンクリートの圧壊との関係を変化させるために0.92%(2D10)、2.61%(2D16)、6.88%(2D25)の3種類とした。コンクリートには普通($\sigma_c = 393 \text{ kg/cm}^2$)、軽量($\sigma_c = 395 \text{ kg/cm}^2$)、ファイバー($\sigma_c = 489 \text{ kg/cm}^2$)コンクリートの3種類を用いた。

実験方法：図1に示すようにコンクリート側面に標点プラグを貼り、各プラグ間の変形量を計測し、主鉄筋位置での変形量と中立軸の位置を求めた。1本のはりにおいて約10回の載荷・除荷を行ない、各載荷・除荷曲線で囲まれる面積を求め、これをはり全体で消費されたエネルギーの総和 W_t とした。主鉄筋で消費されたエネルギー W_{ts} は、鉄筋位置におけるプラグ間の残留変形量と鉄筋の降伏荷重との積とした。

計算方法：コンクリートの σ - ϵ 曲線は、円柱供試体の載荷試験において求めたものを用いた。鉄筋の σ - ϵ 関係は図3としひずみ硬化は考慮しなかった。平面保持の仮定により、力のつり合いから中立軸および断面のモーメント曲率関係を求めた。各荷重段階での曲げモーメントを弾性計算によって求め、各モーメントに対応する曲率から弾性荷重法によって載荷点直下の変位を求めた。はり全体で消費されるエネルギーは図6のOYBCAで囲まれる面積とした。主鉄筋で消費されるエネルギーは、主鉄筋の塑性変形量に降伏荷重を乗じて求めた。

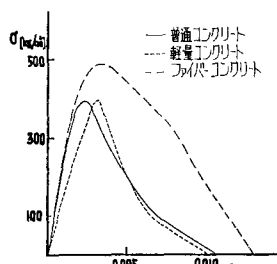
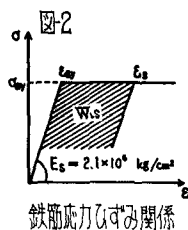
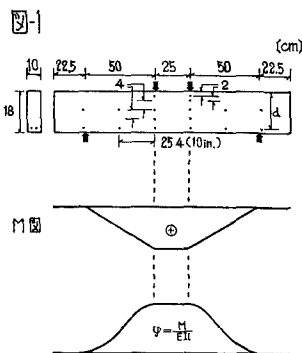


図3 各種コンクリートの応力ひずみ曲線

記号	コンクリート	h(cm)	P_{50} (kg)	P_{50}/W_t (kg/d)	P_{50} (ton)	$P_{average}$	P_c (ton)	P_t/P_c
N10	普通	10	15.5	0.92	3780	4.0	4.0	1.25
N16	普通	10	15.2	2.61	3930	8.1	9.2	1.14
N25	普通	10	14.7	6.88	—	18.0	15.5	1.23
L10	軽量	10	15.5	0.92	3780	3.7	3.8	1.19
L16	軽量	10	15.2	2.61	3930	8.3	8.6	1.06
L25	軽量	10	14.7	6.88	—	11.8	12.1	1.01
F10	ファイバー	10	15.5	0.92	3780	4.2	4.2	1.31
F16	ファイバー	10	15.2	2.61	3930	9.7	9.9	1.18
F25	ファイバー	10	14.7	6.88	—	16.4	16.8	0.98

供試体の種類



鉄筋応力ひずみ関係

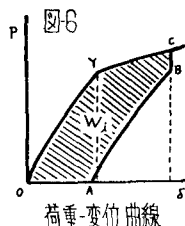
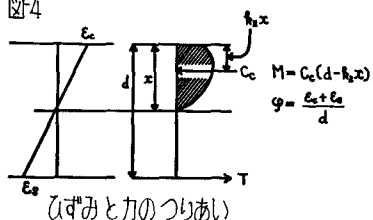


図4



ひずみと力のつりあい

3. 結果と考察

荷重変位曲線：実験と計算の最大耐力を比較すると、鉄筋比が0.92%の場合実験値は計算値の1.2~1.3倍であるが、鉄筋比が高くなると実験値と計算値は近い値になっている。低鉄筋比の場合には鉄筋のひずみ硬化が起っていると考えられる。軽量コンクリート(L)と普通コンクリート(N)の強度はほとんど同じであるが、計算上Nを用いた方が耐力は高くなる。また過鉄筋の場合FとN・Lのコンクリート強度比以上にFの耐力が高くなる。これはコンクリートの σ - ϵ 曲線の下降がより緩やかなことによる。実験では圧壊が進行するにつれ耐力が急激に低下するが、計算上耐力が急激に低下する点はたわみの進行につれて鉄筋ひずみが増加から減少に転ずる点(R点とする)に一致する。R点はRCはりの破壊過程を特徴づける一つのパラメータである。降伏点からR点に至るまでのたわみの増加量を実験と計算で比較すると、Lはほとんど同じであるがNでは実験値は計算値の約1.5倍、Fでは約2.5倍になっている。F・N・Lの計算値を比較すると、F・NはLの2~3倍になっている。これはコンクリートの σ - ϵ 曲線の下降部の形状の差によるものである。

中立軸：実験値と計算値はよく一致している。計算上鉄筋が降伏するものは中立軸が一たん上昇して下降するが、過鉄筋の場合は中立軸は下降するのみである。最大耐力点と中立軸が上昇から下降に転ずる点とは一致しない。

消費エネルギー：計算・実験ともに W_L ・ W_S は鉄筋降伏以後急増する。一方R点以後 W_S はほとんど増加しない。

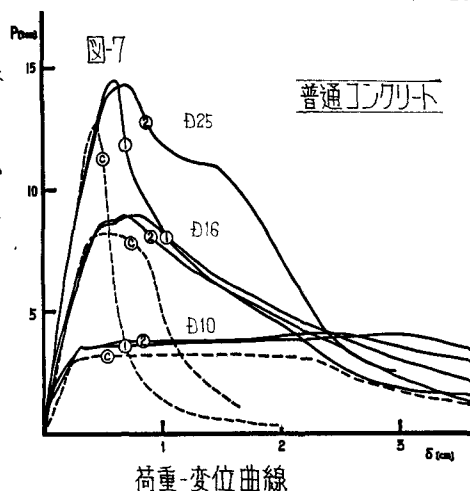


図7 普通コンクリートの荷重-変位曲線

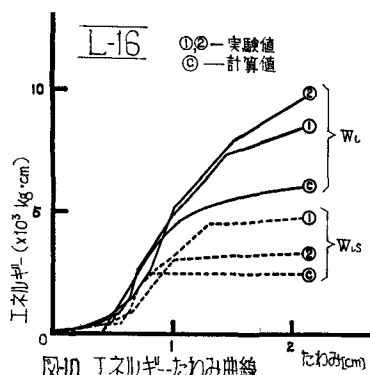
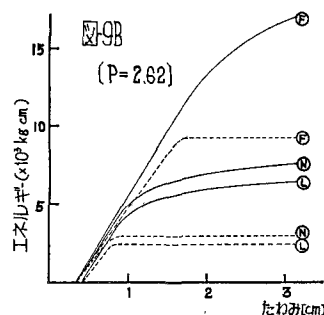
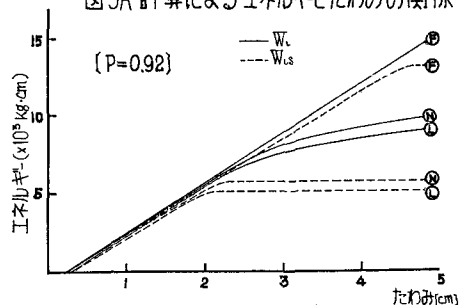


図10 エネルギー-たわみ曲線

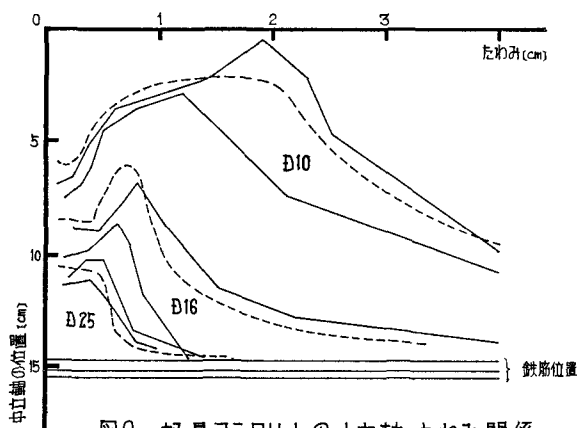


図8 軽量コンクリートの中立軸-たわみ関係