

東京都立大学

正員

村田二郎

同上

〃

池田尚治

熊本県庁

〃

〇辻 英夫

1. はじめに

鉄筋コンクリート土木構造物には支間に較べてけた高の大きいディープビーム状の構造が多いが、このような構造物に対する設計方法は未だ確立されていないようである。鉄筋コンクリート構造物が大型化してきている現在、ディープビーム状の構造物あるいは部材が増々多く造られることが考えられるので、ディープビームの基本的力学特性および設計方法を確立することは極めて重要であると思われる。また、ディープビームには変断面形状のものも多く見られるが既往の研究では等断面のものに限られている。本研究はこのような観点から主として橋脚の横はりを対象として等断面および変断面鉄筋コンクリートディープビームの研究を行いディープビームの特性の把握および合理的な設計方法の提案を試みようとするものである。

2. 実験の方法

ディープビームの力学的特性を鉄筋コンクリートはりのせん断破壊機構の中で位置づけることを念頭に置き、次の要因を用いて実験的研究を行った。すなわち、a) 引張主鉄筋量の影響 b) せん断スパンと有効高さの比 (a/d) の影響 c) 腹部の補強の影響 d) 変断面の影響

実構造物としての a/d は 1 附近のものが多いと思われるので、 $a/d = 1$ を基準とし、 a/d を 0.2 ~ 2.3 と変化させた。供試体の断面は最大モーメント部で幅 10 cm、有効高さ 20 cm を基本とした。(図-1 参照)

変断面供試体のテーパのつけ方は支点上で付け根部の 1/2 の有効高さとなるようにした。スターラップは $a/d = 1.0$ の場合を基準とし全せん断力をスターラップで受持させる場合、および 1/2 を受持させる場合とし、形状は鉛直、45°、および水平の 3 種とした。供試体の総数は 29 体である。

なお、用いたコンクリート圧縮強度は 32.6 kg/cm²、鉄筋は DACON SD 35 であった。

3. 実験結果の概要

a) 引張鉄筋比の影響

$a/d = 1.0$ の場合について $p = 0.64 \sim 1.9\%$ と変化させて実験した結果を図-2 に示す。 $p = 0.64\%$ の場合には破壊はせん断モードであるが引張鉄筋が降伏しており耐力も計算上の曲げ耐力以上となっている。 $p = 1.27\%$ の場合には腹部補強がないとせん断破壊が卓越し曲げ耐力に達しないがある程度の腹鉄筋を配置すると曲げ破壊モードとすることができ、ねばりのある性状を示した。 $p = 1.9\%$ の場合でも腹部補強をすることによって計算上の曲げ耐力以上の値が得られたが破壊モードはせん断モードであった。腹鉄筋のない場合鉄筋比が増加すると耐力も若干増加しているが、これはタイドアーチ的構造に変化したときタイの剛性が大きくなるためと考えられる。

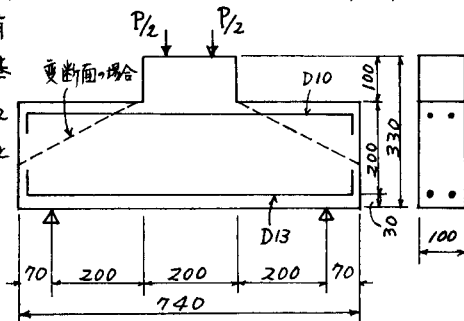
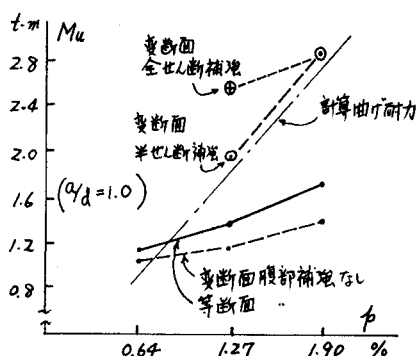
図-1 供試体の形状 ($a/d = 1.0$ の場合)

図-2 鉄筋比と終局モーメントの関係

b) a/d の影響

図-3にせん断支間(a)とけた高(d)との比と破壊時のせん断耐力の関係を示す。この図よりはりの耐力は a/d が小さくなる程増大することが明らかである。また、変断面はりでは等断面はりに較べてせん断耐力が若干減少することが示されている。図-4に図-3の結果をモーメントを用いて表示したものを示す。この図から明らかなように a/d が2以下のはりの終局モーメントは、せん断支間が小さくなるためにせん断耐力は増加してもモーメントとしては大きくならず、図のように a/d がゼロに近づくとも M_u もゼロに近づく。したがって $a/d=1$ 附近の耐力は図-3のようにせん断耐力で表現するのが適当と思われる。

c) 腹部補強の効果

本実験の結果 $a/d=0.5 \sim 2.3$ の範囲にわたり腹部補強は効果的であった。腹鉄筋を配置することによって、ディープビームにはりとしての機能を保持させタイドアーチ的機構への変化を遂らせ、したがって鉄筋定着部への応力の増加をおさえるのである。図-5に腹鉄筋の有無による鉄筋のひずみ分布の比較を示す。ディープビームは図-3に示すように通常のはりに比しせん断耐力が大きいので補強に必要な腹鉄筋の量は現行の必要量の50%程度でよいものと思われた。また $a/d=1$ の近傍では鉛直スラーアップもきわめて有効であった。なおディープビームでは支承部の補強および引張鉄筋の定着が重要であることが実験で示された。

3. 結果の考察その他

ひびわれの影響を考慮した有限要素法による弾性解析を行って実験値と比較した結果、曲げひびわれ、斜めひびわれ発生荷重および破壊耐力を計算によって比較的よく推定できることが示された。図-6, 7にF.E.M.による計算結果の1例を示す。また、ACI 318-71のディープビームおよびコーベルの設計式は破壊耐力を安全側に与えていることが認められた。

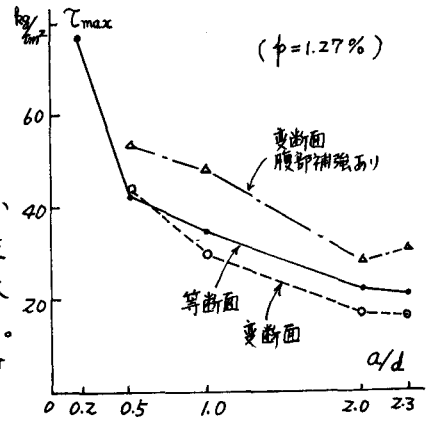


図-3 a/d とせん断耐力の関係

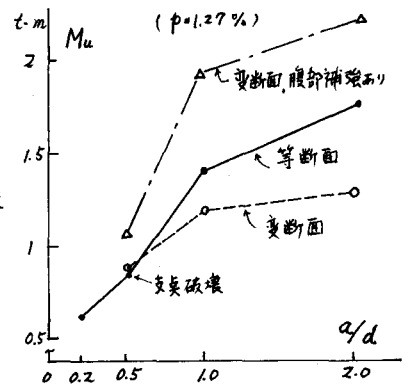


図-4 a/d と曲げ耐力の関係

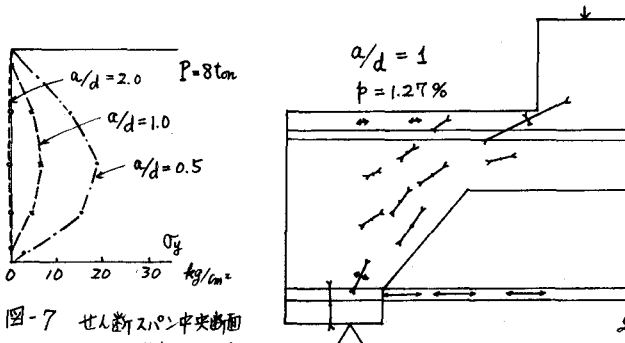


図-7 せん断スパン中央断面における鉛直応力の分布 (計算値)

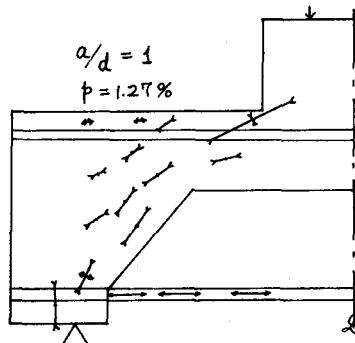


図-6 斜めひびわれ後の主応力図

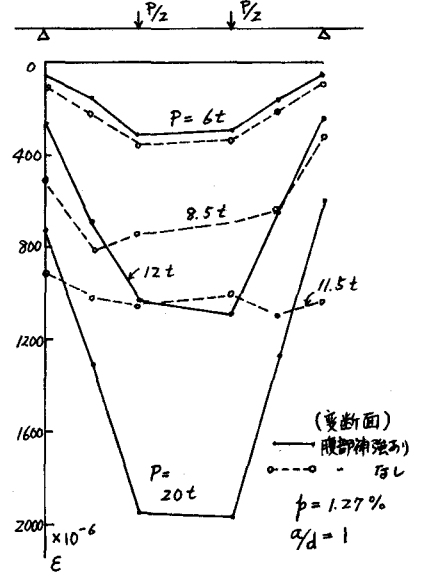


図-5 鉄筋のひずみ分布