

建設省土木研究所 正会員 森濱 和正

" 小林 茂敏

高橋 正志

1. はじめに

せん断補強鉄筋を有しないはり、スラブなどにおいては荷重と支点の間の距離、いわゆるせん断支間比が小さくなると、同一断面積であってもせん断耐力が増加することは一般的に知られており、設計基準類にもこのことを考慮してせん断支間比との関係で許容応力度を割増したり、荷重の特性値を低減しているものがある。しかしながら、せん断支間比は荷重が1点の場合には明確であっても、多点載荷や分布荷重になるとその取扱いを明確に示している規定はない。特に道路橋示方書下部構造編のように a/d によって許容せん断応力度を割増し、せん断応力度の照査点を $a/2$ 支点より前にとるような規定をしていると、その取扱いは一層混乱をきたす。

本研究は、これらの問題点を解明するために多点載荷したはりのせん断強度を調べ、かつ、簡易的なせん断支間の求め方について考察を加えたものである。

2. 実験方法

載荷実験をおこなった供試体は、図-1のように断面 20×28 cm、長さ340cmのはりであり、横ブシのSD35の鉄筋を配置（鉄筋比 $P = 1.61\%$ ）したものである。コンクリートの圧縮強度は 240 kg/cm^2 であった。

載荷は表-1のように1点、2点、4点載荷とし、4点載荷の場合には等分布、支点側で大きくなる三角形分布、支点側で小さくなる三角形分布とした。せん断支間比は、せん断力が0となる点より支点側にある荷重の重心位置（単純はり、片持はりなどでは最大モーメント M と最大せん断力 Q の比 M/Qd ）とはりの有効高さの比で $a/d = 1.15, 1.5, 2.0, 3.0$ の4種類とした。載荷方法は図-1に示すとおり、支間は288cmと一定にしておき、載荷桁で荷重を分配し、補助ばりで荷重を分布させた。各載荷点にはロードセルを取付け、荷重値の把握が正確になるようにした。

表-1 載荷の種類

載荷の種類	$a/d = M/Qd$			
	1.15	1.5	2.0	3.0
I	○	○	○	○
II	○	○	○	○
III	○	○	○	○
IV	○	○	○	○
V	○	○	○	○

3. 実験結果

(1) 破壊状況

図-2に $a/d = 1.5, 3.0$ の場合のせん断破壊状況を示す。

(2) せん断ひびわれ強度

斜めひびわれが発生したときの平均せん断応力度をせん断ひびわれ強度とし、平均せん断支間（荷重の重心位置と支点との距離）との関係を図-3に白印で示す。

(3) せん断破壊強度

斜めひびわれが進行してせん断圧縮破壊を生じ、荷重が上昇しなくなった時点の平均せん断応力度をせん断破壊強度とし、(2)と同様に図-3に黒印で示す。

4. 考察

破壊状況を要約すれば次のようになる。

(1) 支点付近のせん断強度は大きく、多点載荷の場合支点付近の荷重はせん断破壊にあまり大きく作用しない。

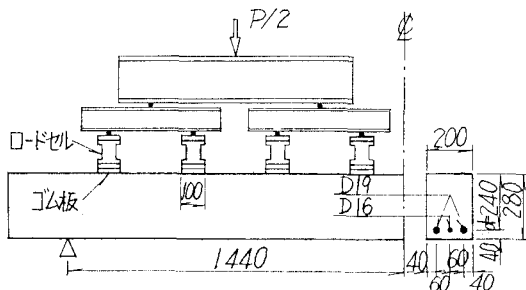


図-1 載荷状況

(2) $a/d < 2.0$ の場合、1点載荷ではせん断圧縮破壊であったが、多点載荷では斜引張破壊であった。

(3) $a/d < 2$ であればせん断ひびわれ発生後徐々にひびわれが進行し、破壊状況は異なるがせん断破壊まではかなり耐力の増加がある。

(4) 1点載荷の場合、 $a/d = 3$ では大略載荷点と支点を結ぶ線上にせん断ひびわれが発生するが、多点載荷の場合発生場所、進行方向などは載荷条件によって変わり複雑である。

(5) $a/d = 3$ では、斜めひびわれ発生後急激にせん断破壊する。ただし、荷重が分布しているとせん断破壊までの余裕が大きくなる(2点、4点載荷は1点載荷より約50%増)。

(6) せん断ひびわれ発生強度は、多点載荷の方が1点載荷よりも多少大きい。

(7) 今回の実験結果は、全体的にせん断強度が大きく各実験式を大きく上回っている。しかし、大野・荒川式の上限值にはいっており、バラツキの範囲にあると思われる。

図-3は実験で得られたせん断強度(支点で照査)とせん断支間比(せん断支間はせん断力符号が変化する点より支点側の荷重の重心にとる)との関係を示す。図中の線は文献1)のせん断強度の特性値を文献2)の方法で a/d によって割増したもの、文献3)の荷重の割引きを強度の割増しに換算したもの、文献4)のせん断強度の実験式である。

図-4は、本実験での破壊時の支点せん断力を文献2)の強度の割増率で割ったもの(●)、文献3)の方法で支点せん断力を求めたもの(●)、文献4)の破壊強度の割増率で荷重を割って支点せん断力を求めたもの(○)について $a/d = 3$ の時の1点載荷の実験値との比である。

支点付近のせん断強度が大きいことに対して荷重を割引く方法、強度を割増す方法、照査位置を移動させる方法など種々のものがあるが、平均せん断支間 $a/d = 1 \sim 3$ の間では支点せん断力を用いて荷重を割引く方法も、強度を割増す方法も、現在用いられている程度の係数を用いている限り大略安全側であり、荷重が分布している場合に支点側荷重の平均支間(荷重の重心までの距離)をせん断支間として対処してもさしつかえないのではないと思われる。

参考文献

- 1) コンクリート構造物の限界状態設計法試案, 土木学会
- 2) 道路橋示方書下部構造編, 日本道路協会
- 3) CEB-FIP Model Code for Concrete Structures
- 4) 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説, 日本建築学会

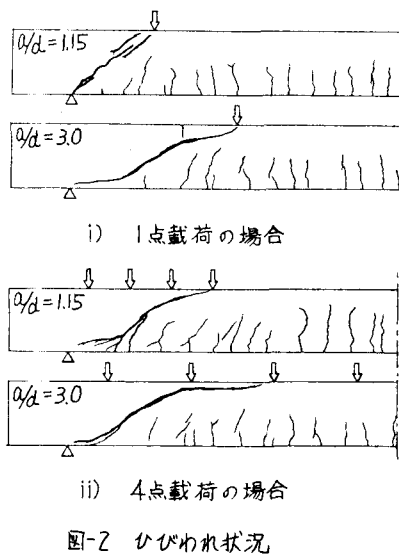


図-2 ひびわれ状況

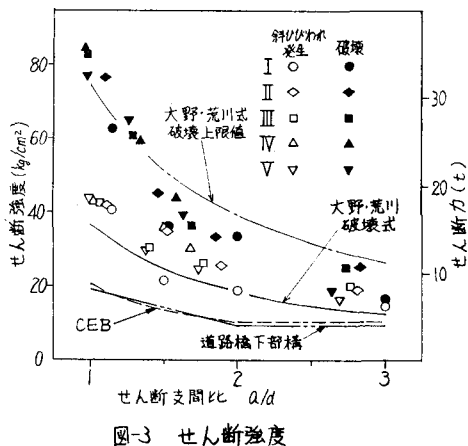


図-3 せん断強度

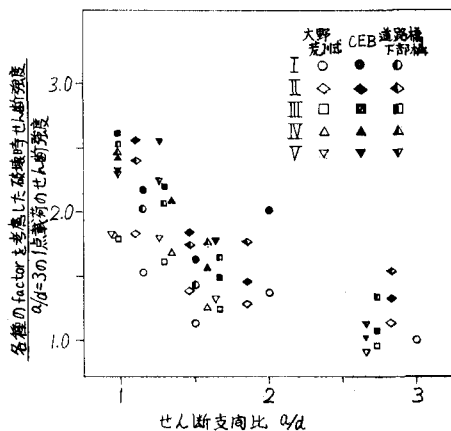


図-4 支点付近の荷重を低減したせん断力