

V-535

正負交番荷重が作用するディープビーム部材のせん断強度について

建設省土木研究所 正会員 渡辺 博志
 " " 河野 広隆

1. まえがき

せん断スパン比が小さいディープビームと呼ばれる鉄筋コンクリート部材では、せん断ひび割れ発生後もタイドアーチ機構が形成されるため、ひび割れ発生後すぐに破壊することなく、さらに大きなせん断力に耐えることが知られている。このように、ディープビーム部材では、コンクリートの負担するせん断強度は通常の鉄筋コンクリート部材より大きく見込めるが、これは単調荷重が作用する場合でのことであり、正負交番荷重が作用する場合についてもこのことが成り立つかどうかは明確ではない。

ここでは、ディープビーム供試体の正負交番荷重試験を実施し、繰り返し荷重作用下のせん断強度に関する検討を行った。

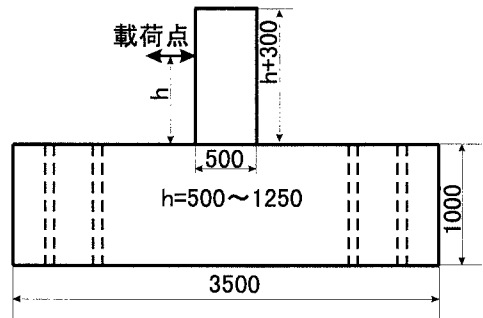


図-1 供試体の概略寸法（単位mm）

2. 実験の概要

荷重試験を行った供試体は全部で7体であり、せん断スパン比（以下 a/d ）および荷重方法を変化させている。主鉄筋はD19を用い、軸方向鉄筋比はいずれの供試体も2.55%である。断面寸法は幅30cm高さ50cm（有効高さ45cm）である。せん断補強鉄筋はいずれも配置していない。荷重は、1)単調荷重、2)変位振幅を $18\delta y$ で30回繰り返す荷重、3)変位振幅を段階的に変化させ各 $n\delta y$ で3回づつの繰り返し荷重と、3通りの方法で行った。図-1は供試体の概略寸法を示す。表-1に供試体の内訳ならびに荷重試験時のコンクリート強度の試験結果を示す。

表-1 供試体の内訳

供試体 番号	荷重 位置 h (cm)	a/d	コンクリートの材料試験結果			荷重方法
			圧縮強度 (MPa)	引張強度 (MPa)	弾性係数 (GPa)	
1	50	1.1	34.5	2.65	23.9	単調
2	50	1.1	37.3	2.51	31.3	繰り返し*
3	50	1.1	37.0	2.54	29.6	繰り返し
4	70	1.6	38.8	2.69	31.3	単調
5	70	1.6	36.9	2.80	29.0	繰り返し
6	87.5	1.9	32.0	2.08	24.3	単調
7	125	2.8	29.9	2.26	25.2	単調

注*) 供試体No.2は荷重点での振幅を $\pm 18\delta y$ として繰り返した。なお、荷重繰り返し回数を増加させてもほとんどピーク時荷重の低下が認められなかったため、一方向で変位を増加させた。

3. 荷重試験結果と考察

3.1 単調荷重の場合

単調荷重試験では、 $a/d=1.9$ の場合に引張主鉄筋降伏以前にせん断破壊したが、それ以外の供試体は引張主鉄筋降伏後にせん断破壊した。単調荷重試験によって得られたせん断強度を図-2に示す。なお、図-2中には土木学会コンクリート標準示方書に示されるディープビームのせん断強度算定式により予測されたせん断強度の値を破線で示している。この結果から、土木学会式は単調荷重時

キーワード：ディープビーム、せん断、繰り返し荷重

建設省土木研究所コンクリート研究室 〒305-0804 つくば市旭1

tel 0298-64-4895 fax 0298-64-4464

のせん断強度を精度良く予測していることが確認された。

3. 2 繰り返し载荷の場合

図-3は荷重の繰り返し回数と、ピーク時に供試体に作用するせん断力の変動状況を $a/d=1.1$ および $a/d=1.6$ の2ケースについて示したものである。図中にはディーブビームのせん断強度の計算結果(V_d)、および、文献2)に示されるせん断ひび割れ強度の計算結果(V_c)を示している。 $1\delta y$ で繰り返し（繰り返し回数1～3回）を行っても、ピーク時の荷重の低下はわずかであるが、 $2\delta y$ 繰り返しでは1回目の载荷（繰り返し回数4回目）で、せん断ひび割れ強度相当まで荷重が低下し、以後緩やかにピーク時荷重が低下している。このことから、タイドアーチ機構が形成されるディーブビームとしての扱いが可能なのは、 $1\delta y$ の繰り返しまでの範囲に限定され、 $2\delta y$ の繰り返し载荷では、通常の部材と同程度のせん断強度に低下することがわかる。図-4は $a/d=1.1$ の場合について、荷重の繰り返し回数と、ピーク時に供試体に作用するせん断力の変動状況を示したもので、载荷点変位を $1\delta y$ に固定して繰り返し载荷した場合と、各変位振幅で3回づつの繰り返しで変位を段階的に増加させた場合について示している。この結果から、 $1\delta y$ の変位振幅で载荷を繰り返してもピーク時の荷重の低下はほとんどないことが分かる。なお、供試体No.2は30回繰り返ししても荷重の低下がわずかであったので、その後単調に変位を増加させて供試体を破壊させたが、このときに得られたせん断強度は536kNであり、単調载荷（No.1供試体）で得られるせん断強度（468kN）を上回っていた。従って $1\delta y$ での繰り返しは、ディーブビーム部材のせん断強度の低下にはつながらないといえる。

4. まとめ

以上の検討結果をまとめると次の結論が得られる。

- 1)土木学会のディーブビームのせん断耐力式により、せん断強度適切に評価できることを確認した。
- 2)せん断ひび割れ発生後であっても、主鉄筋が降伏しない範囲（载荷点振幅 $1\delta y$ ）で正負交番载荷を行っても、せん断強度の低下はほとんどない。
- 3) $2\delta y$ で繰り返し载荷を行うと、せん断強度の低下は大きくなる。この場合、 $2\delta y$ の1回目の载荷でのせん断強度はディーブビームの効果を考慮しない通常のRC部材のせん断ひび割れ強度相当まで低下する。
- 4)従って、ディーブビームのせん断強度式は、载荷点振幅が $1\delta y$ の範囲内で+適用することが望ましい。

（参考文献）

- 1)土木学会コンクリート標準示方書（設計編）、H8年度版
- 2)コンクリートライブラリー48号、昭和56年4月

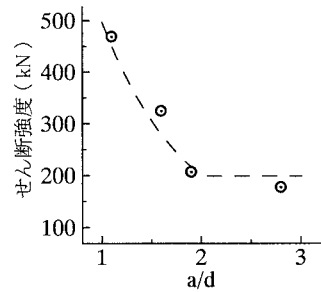


図-2 単調载荷時のせん断強度

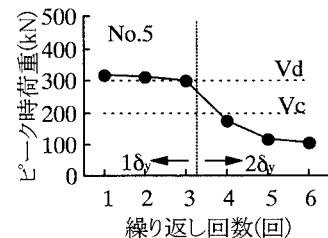
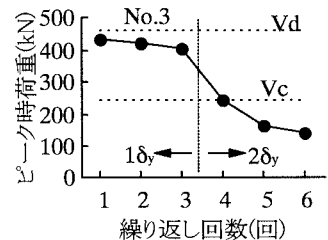


図-3 繰り返し载荷によるピーク時荷重の低下
(上: $a/d=1.1$, 下: $a/d=1.6$)

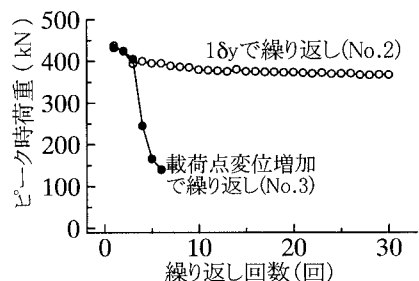


図-4 繰り返し载荷によるピーク時荷重の低下
(载荷方法を変えた場合)