

## 42 鉄筋コンクリート製砂防ダム袖部の終局限界について

防衛大学校土木工学科 ○鈴木 真次  
 防衛大学校土木工学科 石川 信隆  
 建設省土木研究所 石川 芳治  
 京都大学農学部 水山 高久  
 山口大学工学部 古川 浩平

### 1. 序論

土石流中の巨礫の衝突により、コンクリート製砂防ダム袖部がしばしば破壊される例が見られ、平成元年から鉄筋等により補強が可能<sup>1)</sup>となったが、その設計法は未だ確立されていない。そのため、著者ら<sup>2)</sup>はRC製砂防ダム袖部の破壊モードを得るための模型衝突実験を行い、各種破壊モードの中から「根元部のひびわれ連結」を無筋、単鉄筋、複鉄筋における共通の終局限界と定義した。本研究は、さらに複鉄筋および単鉄筋の鉄筋量を変化させ静的および高速載荷実験を行い、RC製砂防ダム袖部の鉄筋量が耐力および変形性能に与える影響を調べたものである。

### 2. 実験の概要

(1) 供試体および測定項目 実験は、図-1 に示すようなRC製砂防ダム袖部 1/10 スケール模型を横にして片持ち版として行い、根元から 30cm の位置に静的載荷および高速載荷（載荷速度 4.0m/sec）実験を行った。載荷は供試体の上面に直径 10cm の半球状の載荷棒により点載荷を行い、上変位および下変位をレーザー式変位計により、荷重をロードセルにより、またひずみゲージを図-2 に示す位置に貼付して測定した。さらに横方向から高速ビデオにより破壊状況を撮影した。

(2) 供試体 供試体は、図-3 に示すように複鉄筋および単鉄筋断面の鉄筋量をそれぞれ3段階（A, B, CおよびD, E, F）に変化させ作成した。用いた材料諸元を表-1 に示すが、鉄筋間隔が狭いことからモルタルを使用した。

### 3. 実験結果および考察

(1) 静的荷重～変位関係 図-4 は、複鉄筋の鉄筋量をパラメータとしたときの荷重～変位（上変位）関係を示したもので、鉄筋量の多いA, Bタイプの耐力は増加するものの変形性能が小さいことが認められた。すなわち、×印で示す点の状況は、載荷点から根元部裏面を結ぶように斜めひびわれが入るせん断破壊を生じ、ひびわれ連結の終局限界となった。しかし、鉄筋量の少ないCタイプでは、約 15mm から荷重の上昇がほと

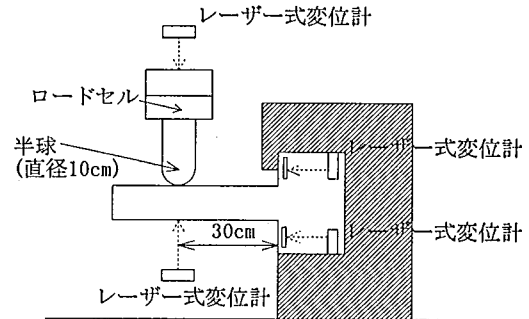


図-1 高速載荷実験

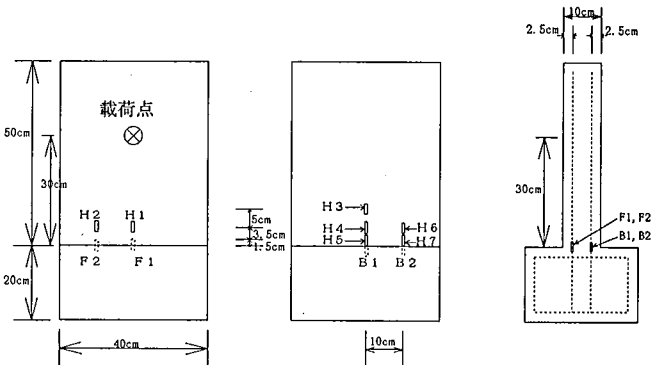


図-2 ひずみゲージ位置

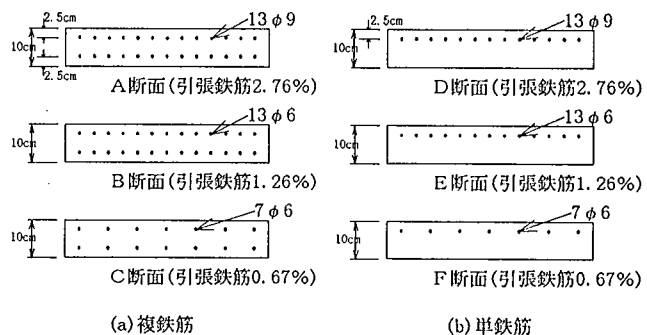


図-3 供試体

表-1 材料諸元

コンクリート		鉄筋	
セメント	549 kg/m <sup>3</sup>	規格	SR235
水	295 kg/m <sup>3</sup>	降伏点	338 N/mm <sup>2</sup>
細骨材	1372 kg/m <sup>3</sup>	引張強さ	439 N/mm <sup>2</sup>
水セメント比	53.7%	伸び	33.3%
最大圧縮強度	367 kgf/cm <sup>2</sup>		

んどなく約66mmの変位の時に、根元部の引張鉄筋が切断し破壊した。つまり、鉄筋量の多いA、Bタイプは、曲げ耐力が上昇したためせん断破壊が先行し、一方鉄筋量の少ないCタイプは、せん断耐力よりも曲げ耐力が小さかったため曲げ破壊が先行したと思われる。また、単鉄筋においてもほぼ同様な結果が得られ、D、Eタイプはせん断破壊、Fタイプは曲げ破壊が生じた。

(2) 動的荷重～変位関係 図-5は、高速載荷時の複鉄筋および単鉄筋における荷重～変位関係を示したものである。高速載荷においては静的載荷に比し耐力の増加が著しい(最大耐力で約1.5～3.5倍)が、変形性能はいずれも小さく、複鉄筋のA、Bタイプでは載荷点から根元裏面に斜めにひびわれの入るせん断破壊が生じ、複鉄筋のCタイプは曲げによる鉄筋の切断によって破壊した。図-5の×印は、せん断破壊により裏面根元部のモルタルのひずみが減少する点(A、Bタイプ)、または鉄筋の破断のため引張鉄筋のひずみが減少する点(Cタイプ)である。これらは、高速ビデオにおいてその破壊状況を確認した。A、Bタイプはせん断破壊の発生により、荷重が一気に減少するが、Cタイプは曲げで破壊するため、その耐力は小さくなることが認められた。また単鉄筋の場合も複鉄筋の場合とほぼ同様の結果を得た。

(3) 終局回転角( $\delta_u/L$ )～引張鉄筋比( $A_{st}/b \cdot d$ )関係 図-6は、縦軸を図-4および5で×印をつけた終局限界変位( $\delta_u$ )を根元より載荷点までの長さ(L)で割った終局回転角( $\delta_u/L$ )をとり、横軸に引張鉄筋比をとったものである。これより、引張鉄筋比の増大に伴い、一般には終局回転角は減少する傾向にあり、また静的よりも動的の方が一般に小さい。特に鉄筋比の小さい曲げ破壊の方が終局回転角の減少の割合が顕著である。さらに、鉄筋比=0.7～1.3の間に曲げ破壊とせん断破壊へ移行する遷移点が存在するものと思われる。

(4) 吸収エネルギー～引張鉄筋比 図-7は縦軸を図-4および5で×印をつけた終局限界変位までの荷重～変位を積分した吸収エネルギーをとり、横軸に引張鉄筋比をとったものである。これより、せん断破壊タイプ(A、B)では、静的載荷時よりも高速載荷時の方が吸収エネルギーは増加する。これは、終局変位がほとんど変化しないため速度効果による耐力上昇分の増加と考えられる。これに反し、曲げ破壊したタイプ(C)では高速載荷時の吸収エネルギーが、静的載荷時よりも低い傾向が見られた。これは、終局状態までの耐力は高速載荷時の方が大きくなるが、終局変位が静的載荷時の1/4にまで低下したためと考えられる。また、せん断破壊したタイプは、Cタイプと比べ2倍以上の鉄筋比があるにも関わらず吸収エネルギーは低い事が確認された。

参考文献 1) 建設省河川局砂防部砂防課;土石流対策指針(案),平成元年10月 2) 鈴木真次,石川信隆,水山高久,石川芳治,古川浩平;鉄筋コンクリート製砂防ダム袖部の終局限界状態に関する実験的研究,土木学会論文集, No. 522/VI-28, pp. 107-118, 1995. 9

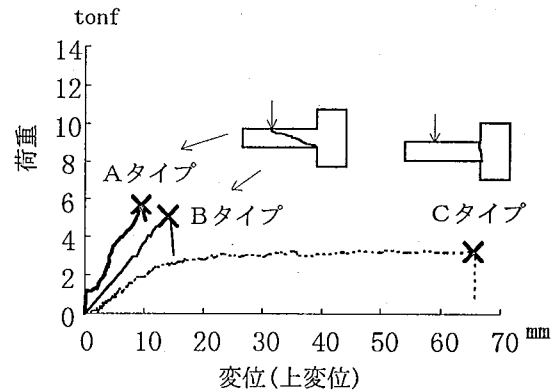


図-4 複鉄筋の静的荷重～変位関係

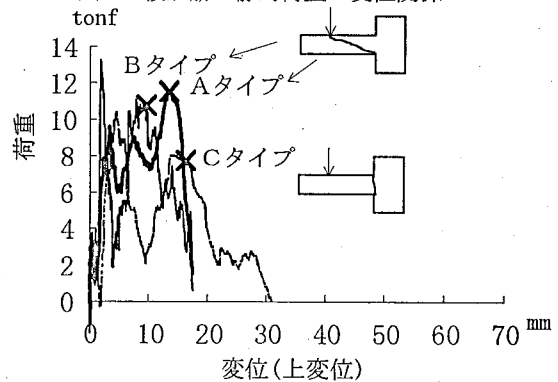


図-5 複鉄筋の動的荷重～変位関係

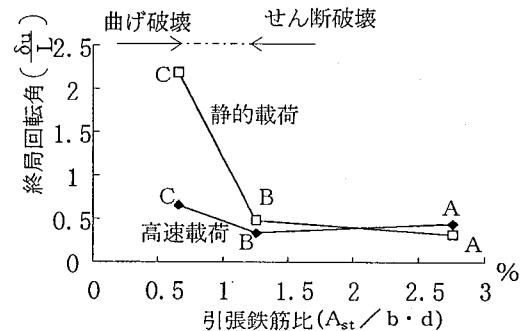


図-6 複鉄筋の終局回転角～引張鉄筋比

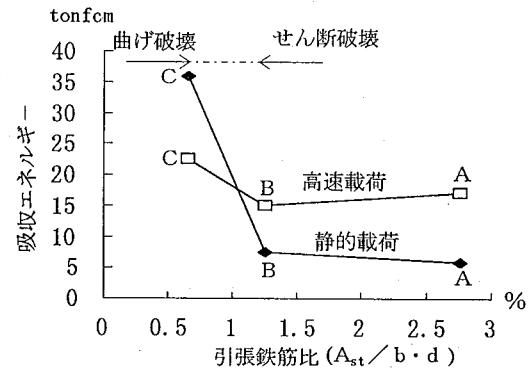


図-7 複鉄筋の吸収エネルギー～引張鉄筋比