

振動中の不連続性岩盤におけるロックボルトの挙動について

東海大学大学院

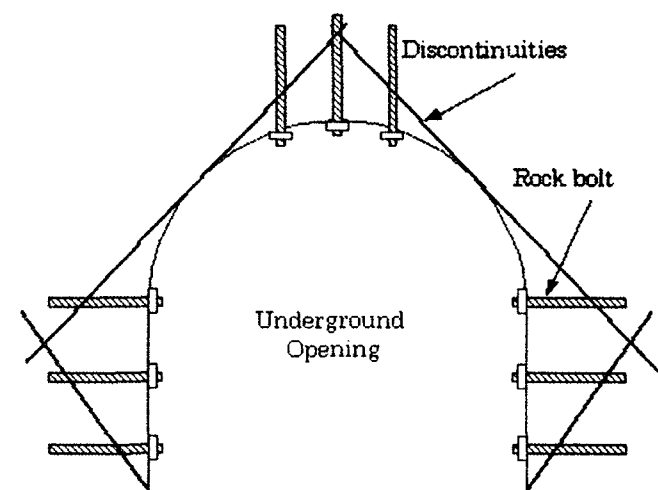
○大和田 洋一

東海大学海洋学部 正会員

アイダン・オメル

1. はじめに

ロックボルトやロックアンカーは岩盤構造物の支保部材として広く一般的に利用されている。岩盤は自然に不連続面を有することが多く、不連続性岩盤においてロックボルトやロックアンカーは最も適した補強部材である (Aydan, 1989)。



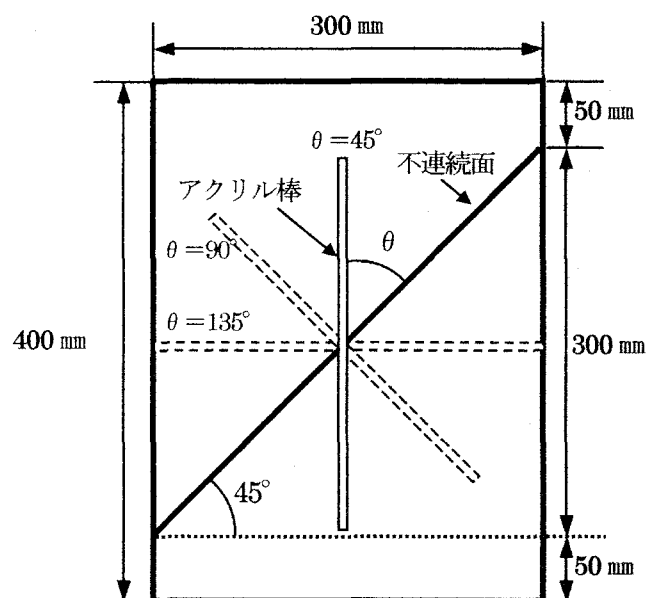
図—1 不連続面を有する岩体中の空洞

図—1 に示すように不連続性岩盤に覆われた地下空洞では、側壁や天端からの岩盤ブロック落下やすべりを防止するためロックボルトやロックアンカーが利用される。しかし、岩盤構造物は建設中あるいは利用中に地震、交通、発電、発破などによる振動を長期間に渡って受ける。

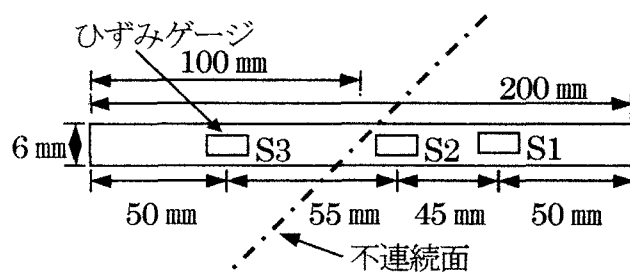
このような岩盤構造物において、繰り返し振動が加わり不連続面を有する岩体中のブロックが滑るとすると、不連続面を補強しているロックボルトの軸力が変化し破断に至る危険性が発生するものと考えられる。さらに、一度滑った岩盤ブロックはもとの位置には戻らないので、ロックボルトの軸力は長期的に増大し、破断に至るといふ過程が考えられる。このように、構造物の維持管理に関連して、支保部材として利用されるロックボルトやロックアンカーの繰り返し振動下での力学挙動は大変重要である。しかし、現在までロックボルトのこのような力学挙動を検討された例はない。本研究ではそのメカニズムを実験的および解析的に解明することを目的とする。

2. 実験概要

ロックボルトの軸力に対して振動が与える影響を検証するため実験を行った。ロックボルトを全面付着型モデルとして補強した不連続性岩盤モデル(図—2)を作成し、震動台を用いて動的な実験を行いロックボルトの震動時の力学挙動を計測した。本実験では、モルタルを利用して岩盤モデルを作成し、ロックボルトに関しては図—3に示すようにひずみゲージを取り付けたアクリル棒で作成した。また、不連続面に対するロックボルトの打設角度 θ の違いによる力学挙動の相違を検討するため、不連続面に対してアクリル棒を 45° 90° 135° で設置し実験を行った。



図—2 全面付着型モデル概念図

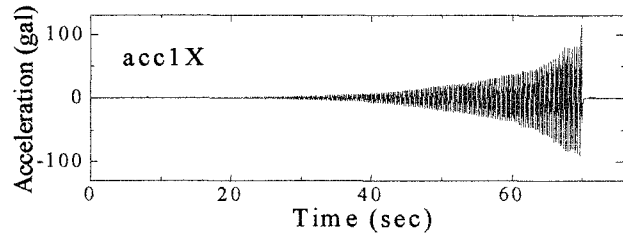


図—3 ロックボルトモデル概念図

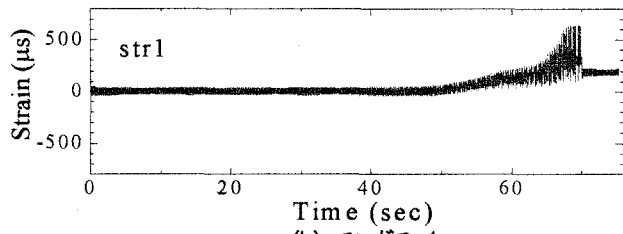
3. 実験結果

図-4 はロックボルトの不連続面に対する打設角度 $\theta = 45^\circ$ の場合における振動台の加速度および各計測点におけるひずみ応答の実験結果である。

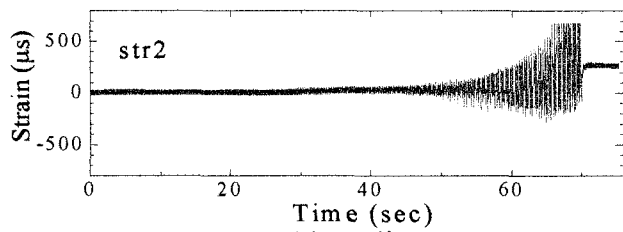
まず、全体的なひずみの応答を見ると、ひずみは加速度が上昇するに従って正の方向に偏っていくことがわかる。これは、上部岩盤ブロックが上方向よりも下方向、つまり重力方向にずれを生じた際、ロックボルトに作用する軸ひずみが大きくなっていることを示している。各観測点における軸ひずみの最大値を比較すると、不連続面近傍の軸ひずみが最大となり不連続面から離れるとその値が小さくなっている。この結果は、ロックボルトで補強された不連続面がせん断された際に見られる応答(Aydan,1989)と同様である。また、不連続面から同距離で設置されたひずみゲージ1および3の軸ひずみはほぼ同様な値を示した。



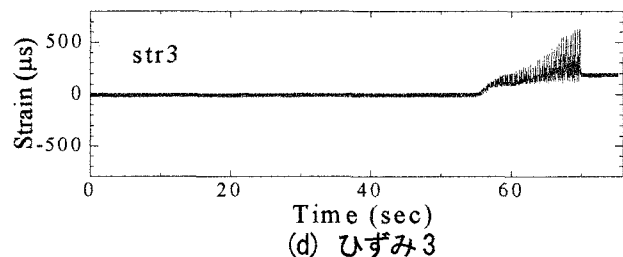
(a) 振動台の加速度



(b) ひずみ 1



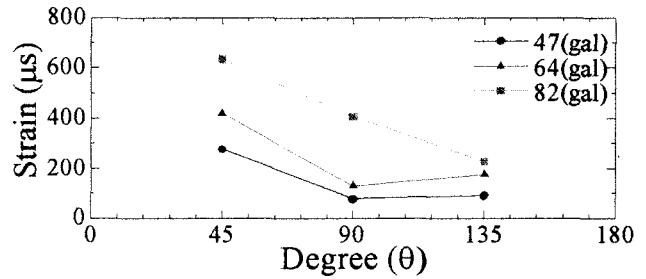
(c) ひずみ 2



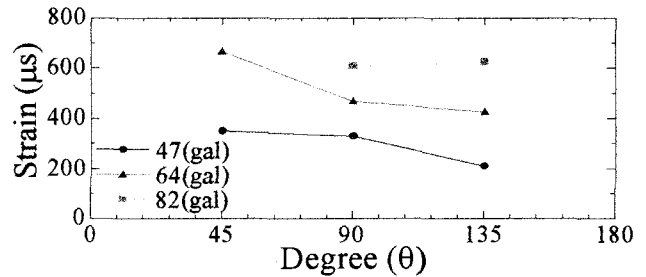
(d) ひずみ 3

図-4 $\theta = 45^\circ$ での加速度とひずみの応答

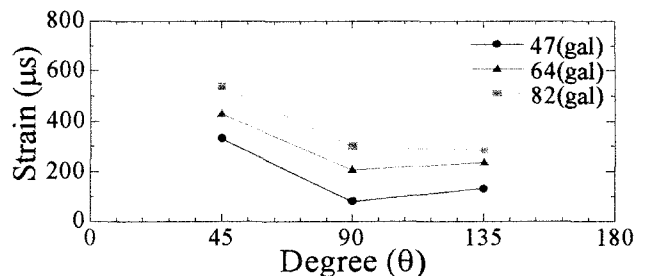
次に、不連続面に対するロックボルトの打設角度 θ の違いによる力学挙動の相違を検討する。図-5 に同一加速度時における打設角度と軸ひずみの関係を示す。



(a) ひずみ 1



(b) ひずみ 2



(c) ひずみ 3

図-5 ロックボルトの打設角度と軸ひずみの関係

図-5 において(a)、(b)、(c)、どの図からでも $\theta = 45^\circ$ の場合に軸ひずみが最大となることが見て取れる。反対に最も安定しているのは $\theta = 90^\circ$ となり、軸ひずみの差が約2倍と計測される場合も存在した。

$\theta = 45^\circ$ と $\theta = 90^\circ$ でそれぞれの打設角度ごとに計測点1、2、3、で軸ひずみを見てみるとどの角度においても不連続面近傍の軸ひずみが最大となっている。

4. まとめ

本論文ではロックボルトやロックアンカーの繰り返し震動下での力学挙動を検証するため、ロックボルトを全面付着型で補強した不連続性岩盤モデルを作成し振動実験およびその考察を行った。その結果、ロックボルトやロックアンカーの繰り返し震動下での力学挙動が計測でき、それに伴いロックボルトやロックアンカーの軸力の増加が発生することが明らかになった。

5. 参考文献

Aydan, Ö. (1989): The stabilisation of rock engineering structures by rockbolts. 名古屋大学博士論文.