

東京都立大 正員 山本 稔
鹿島建設(株) 正員 菅原俊幸

1. まえがき

砂のような塑性地山を対象としたロックボルトの挙動について実証的に研究するために、すでに1枚、および2枚落し戸が報告されている。これらの落し戸実験は、ロックボルトの作用効果とロックボルト群としての地山支持機構について調査したものであるが、2列までのボルトをもつ落し戸では、群を構成するロックボルトの軸力分布に関する研究を行なうことはできない。本報ではこのような見知から、水平天盤をもつ空洞をモデルとして、落し戸に作用する土圧をボルトがどのような軸力分担で抵抗するかを検討するため構造を最も単純化し、1枚の落し戸に3列のボルトを設置した場合と3枚の落し戸にもそれぞれ1列のボルトを設置した場合の実験を行なった。この報告は、これらの実験に関するものである。

2. 実験概要

実験槽は図-1に示すように、鋼製箱(120cm×120cm×60cm)の底部に矩形の穴を設け落し戸を設置する。

落し戸は板厚8mmのアクリル板で、ロックボルトには全面接着式ロックボルトを想定した全ネジを切った径6mmの丸鋼を用い、落し戸長手方向に6本設置し、現象を2次元的に取り扱えるようにした。

実験ケースは、図-2に示した1枚板と3枚板について2ケース行ない、それぞれボルト長を変化させて行なった。

地山材料は、粒径1~2mmの乾燥した水道用過砂で、その土質定数は、 $\gamma_d = 1.76 \text{ g/cm}^3$ (密詰め)、 $\phi = 52^\circ$ 、 $C = 0 \text{ kg/cm}^2$ である。

実験は、バネコンベアを用いて実験槽に砂詰めを行なった後、落し戸をジャッキで降下させるとともに(降下速度は、 1 mm/min 程度)、落し戸反力、変位、ボルト軸力を測定した。

3. 実験結果と考察

ケース1: 落し戸を1枚板とした場合

緩み土圧(ボルトを設置しない場合の落し戸に作用する土圧)、ボルトを設置した場合の全ボルト軸力、落し戸反力の関係は、従来の落し戸実験同様

$$\text{緩み土圧} = \text{全ボルト軸力} + \text{落し戸反力}$$

の関係があり、落し戸の自立時(落し戸反力=0)では、緩み土圧とボルト軸力は、ほぼ等しくなる。(図-3)

これは、ボルトの存在によって落し戸に作用する土圧にほとんど影響を与えないと推察される。

さらに、各ボルトの分担軸力は、図-4のように中央部ボルトの軸力(A)が小さく、全ボルト軸力の合力は、両端部ボルトの軸力に依存する傾向がみられる。このことは、次のような理由が考えられる。落し戸の降下に伴い剛体的に変形

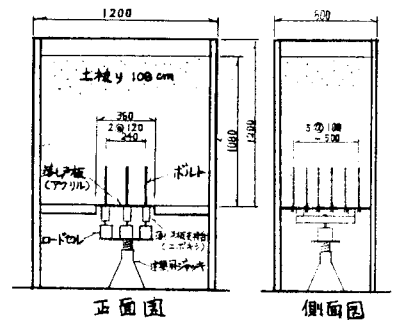


図-1

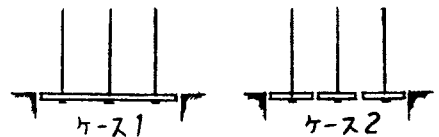


図-2

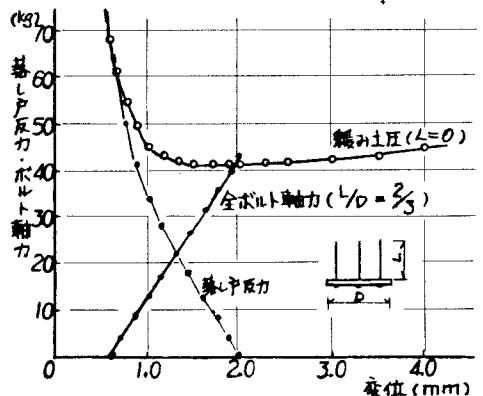


図-3

する直接領域の形状は、図-5に示すように落し戸幅を一边とするほぼ正三角形で、中央部ボルトは両端部ボルトより周辺の砂地山との相対移動が小さく、発生するせん断抵抗力が小さくなると考えられる。

ケース2：落し戸を3枚板とした場合
 ケース1とは異なり、3枚の落し戸は力の伝達ができなため、ボルトの地山への定着力の差により図-6のように、両端部が先に自立し、中央部がそれに付随して自立した。また、両端部落し戸がボルトによって十分支持される場合には、中央部落し戸もそれ自体を1枚の落し戸とした場合の挙動と類似した現象がみられ、中央部落し戸に作用する土圧は、落し戸幅12cmとした場合の緩み土圧(図-7)まで減少する。

図-8は、中央部と両端部のボルト軸力を示したものであり、ケース1と比較し、中央部ボルトの軸力が発生している。これは、図-6で示したように、ケース1の場合と砂地山の緩み挙動が異なり、中央部落し戸にも周辺の砂地山との間に相対移動が生じるためと考えられる。この場合、各落し戸は互に分担された領域に作用する土圧とボルト軸力が平衡するように変位し、各ボルトの長さが同じであれば、一律な抵抗力をもつように調節される。

図-9は、ケース1とケース2について、全落し戸に作用する総土圧を示したものである。落し戸に作用する総土圧は、中央部が局部的に変位することにより、ケース1より大きな土圧が作用する傾向がみられる。これは、落し戸のスペンが同じでも局部的な変位によって土圧は増加するこを示す。

4. あとがき

この報告は、ロックボルトの作用効果を実証するための一連の落し戸実験の一部である。ボルトの挙動は複雑であるが、この実験を通じ、ロックボルトの分担力について多少とも明らかになったと考えている。最後に、実験を行なった小田口氏(現九州大学大学院)に深く謝意を表する。

参考文献

- (1) 山本 大野、「ロックボルトの作用効果について」第33回年次学術講演会概要集
- (2) 山本 大野、山田「ロックボルトの基礎的実験-2枚落し戸の実験」第35回...

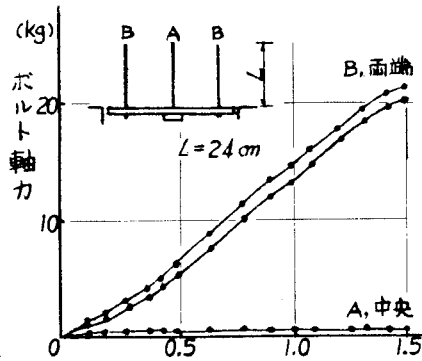


図-4

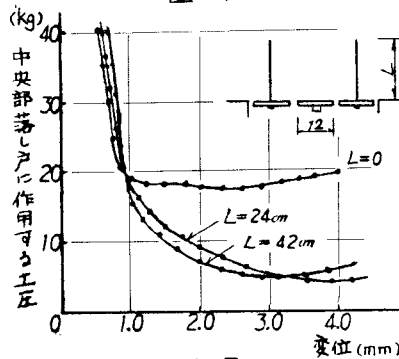


図-7

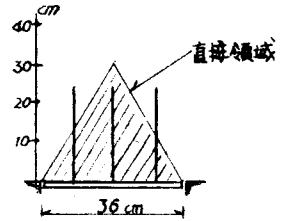
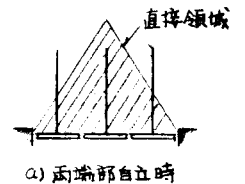


図-5



a) 両端部自立時



b) 中央部自立時

図-6

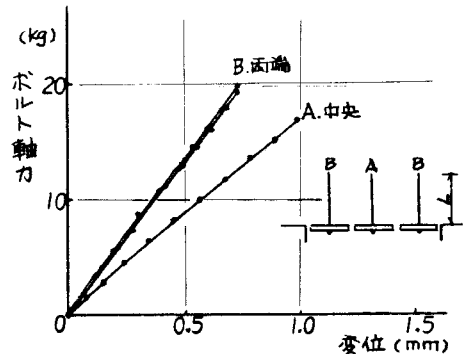


図-8

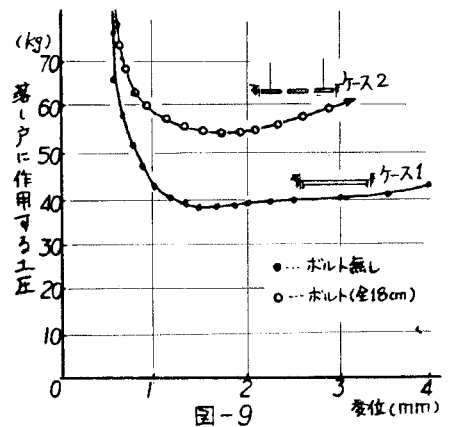


図-9