

III-173 水平天盤に打設されたロックボルトの作用効果に関する研究(3枚落し戸の実験)

東京都立大学 正員 山本 稔
 東京都立大学 正員 西村和夫
 ○(株)熊谷組 正員 渡辺弘行

1. はじめに

従来の1枚落し戸・2枚落し戸、等の落し戸実験を通して、ロックボルトの作用効果の本質は自己つり合い作用であることが確認されている¹⁾。しかし、トンネル全体に打設されたロックボルトの作用効果を言及するには、まだ不明な点が残されており、それを明らかにすることが課題となっている。そこで本研究においては、全体的な考察へ至る1ステップとして、図-1に示す様に、トンネルの天端部分を水平天盤に置き換え、そこに打設されたロックボルトの作用効果を考察しようとしたものである。

2. 実験へのモデル化

支保形態に関しては、柔な覆工と共に全面密着型ロックボルトを打設したものを想定して、3枚それぞれが互いに自由に変位出来る落し戸に、直径6mmの総ネジ丸鋼を設置した、3枚落し戸実験装置を用いた。また、地山に関しては、塑性地山を想定して、 $\gamma = 1.76 \text{ t/m}^3$ ・ $\phi = 52^\circ$ ・ $c = 0.1 \text{ t/m}^2$ の水道用炉過砂を用いた。

3. 実験装置および実験方法

図-2に示す様な、 $120\text{cm} \times 120\text{cm} \times 60\text{cm}$ の砂箱の底部に、 $36\text{cm} \times 60\text{cm}$ の矩形の穴を設け、そこにボルトを10cm間隔で6本配置した、裏面より補剛した厚さ8mmの落し戸を3枚設置し、下よりジャッキで支持した。落し戸をセットした後、砂箱上方より、バネコンベアを用いて砂を落し戸スパンの3倍の108cmの高さまで均一につめ、その後、ジャッキを静かに降下させることにより落し戸を降下変位させ、落し戸降下変位・落し戸反力・ボルト軸力を測定した。

本実験の場合の積み土圧に関しては、落し戸にボルトを設置せずに3枚を同様以降下させる実験を行って求めた。その実験結果を示したのが図-3であり、求められた積み土圧は、39.4tである。

4. 実験(1)

まず、3枚落し戸に設置するボルトの長さを、同じ長さで変化させる実験を行った。その実験結果を示したのが、図-4、図-5である。図-4より、14・18・19cmの3ケースについては軸力発生が小さく、崩落しているのがわかる。また、自立しているものでも、積み土圧曲線に達していない軸力で自立しているのがわかるが、これは、落し戸降下に伴い、両端部落し戸に付して中央部落し戸が相対変位を生じ、落し戸相互で土圧分配がおこるが、その際、土圧が砂箱底部に逃げたためと考えられる。そして、3枚落し戸自立時の全体のボルト軸力、すなわち、落し戸全体に加わる

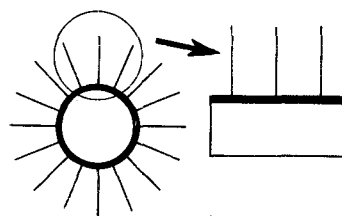


図-1

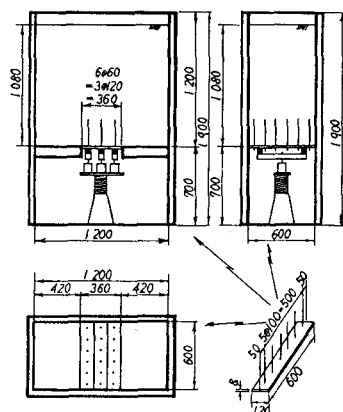
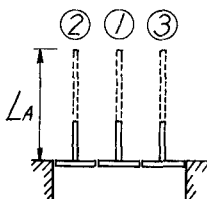


図-2



実験ケース

$LA = 14 \cdot 18 \cdot 19 \cdot 20$
 $22 \cdot 24 \cdot 30 \cdot 42 \text{ cm}$

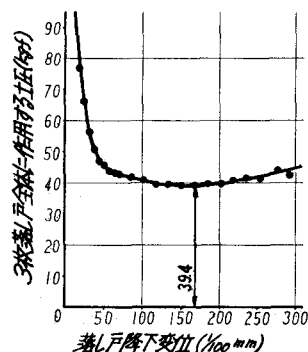


図-3

土圧は、ボルト長が長いほど大きいことがわかる。一方、図-5より、自立時の各落し戸の分担土圧も、ボルト長が長いほど大きいことがわかる。また、1枚の落し戸に3列のボルトを設置した場合(図-6)は、中央部ボルトにはほとんど軸力が発生していないことが確認されているが、本実験では、各落し戸のボルトで軸力が発生が見られた。このことより、ロックボルトの作用効果を十分に発揮させるは、適切な覆工と共に用いることが重要である、と考えることが出来る。

5. 実験(Ⅱ)

次に、両端 ② ① ③ 部ボルトを、24cmに固定して中央部ボルトの長さのみ変化させる 実験ケース 実験を行った。Lc = 18・20・24 326 30 45 cm を示したのが、

図-7、図-8である。これ

らの図より、中央部ボルトの長さにかかわらず、自立時に落し戸全体に加わる土圧は、ほぼ一定(平均で32.6kgf)であることがわかる。これは、両端部落し戸が早く自立するため(図-9)全体の緩み領域は両端部のボルトの長さでほぼ定まるため、と判断することが出来る。また、図-8より、中央部のボルト長は長いほど、その分担土圧は大きく、逆に両端部は小さくなっているが、これは中央部のボルト長が長いと、それ自身の耐力が大きくなり、両端部への土圧分配が小さくなるためであろう。さらに、図-7より、中央部のボルト長が長いほど自立時の両端部落し戸の降下変位が小さいことがわかるが、これは分配土圧が小さいために降下変位も小さくなったためと考えられ、先に述べたことを裏付けている。

6. まとめ

本実験の場合、3枚落し戸というモデル実験であったために、土圧が上がるという現象が見られたが、実際によれば、地山土圧とボルトの軸力が地山変位に応じてバランスした時点で地山は支保される。そして、支保時に覆工に作用する土圧を支保するのは、特に両端のボルト長であり、これによって与えられる土盤スパンにおし緩み領域の形状が定まるためと思われる。また、その長さは短い方が土圧の面で有利であると思われる。

本研究において、ロックボルトの基本的な支保機構については多少とも明らかになったと考えている。

◎ 1) 山本 大野「ロックボルトの作用効果について」、第33回年次学術講演会要旨集 2) 山本 大野「3枚落し戸を用いたロックボルトの土圧効果研究」、第36回年次学術講演会要旨集

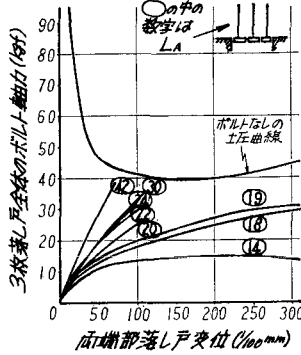


図-4

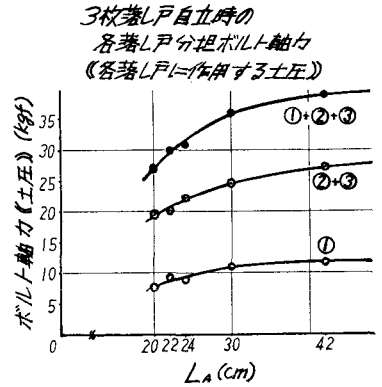


図-5

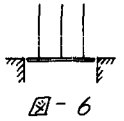


図-6

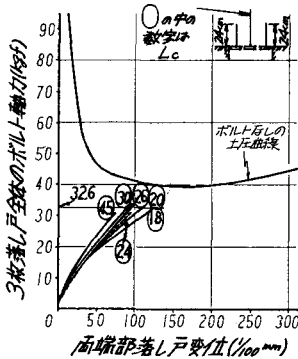


図-7

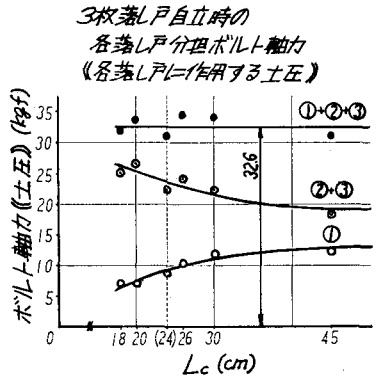


図-8

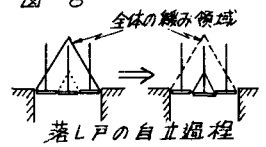


図-9