

神戸大学工学部 正員 工博 田中 茂

正員 片山 邦康

1 緒言

土留擁壁が倒壊や移動を起すのは豪雨に起因するものが圧倒的に多いのである。ところが従来、擁壁の安定問題をとり扱うにあたっては、主として擁壁の背後に作用する土圧を重点的にとりあげ、その土圧としては豪雨の浸透によつて裏込土を飽和状態にした時のその土の内部摩擦角を用いて Rankine, Coulomb, などの土圧公式で計算した値をとっている。このような土圧が背後から作用しても安定なように擁壁断面を決めている。最近では筆者らの提唱により浸透水排除の目的で裏込栗石層および排水孔の設置がかなり徹底して行われるようになったが、壁体ばかりに重点をおいていた従来の擁壁の安定に対する考え方よりばかりに進んできたことは喜ばしいことである。しかし擁壁を築造した後、数年ないし十数年の間に一陣雨の総雨量が300~500 mm程度の豪雨が数回降るときには擁壁の裏込土が雨水の浸透を受けて沈下を生ずると、この沈下に起因する大きな土圧が壁体に作用することなどによつて壁体は大きな移動を生じ、場合によっては倒壊を生ずることがある。この場合に生ずる土圧は裏込土の占める容積、寸法、締め固めの程度、裏込栗石層の寸法と断面、基礎捨石層の断面、降雨条件などによつて異なるのは勿論である。豪雨の裏込土中への浸透が擁壁に及ぼす影響は決して単純なものではなく、浸透が裏込土の土粒子の骨格組成にどのような変化を生じ、この時に生ずる土圧の生ずる機構とその大きさを求める理論およびこのような土圧により壁体が移動する機構を明らかにしたいのである。

2 豪雨の浸透による各種土留工と擁壁実験の結果

(1) くずれ石積擁壁

図-1に示すような奥行き大きい「くずれ石積」と盛土を行つて、人工降雨50 mm/hrを与えて石積擁壁の安定実験を行つた。裏込土は神戸市面須磨高倉山産「マサ土」を乾燥密度約1.55 t/m³まで填圧した。人工降雨を与える前に載荷実験(最大上載荷重1.08 t/m²)を行つた後に降雨実験を行つた。この時の擁壁の前方への水平移動の降雨開始時からの経過時間とともに変化する測定したものを図-2に示す。この時の裏込土の沈下、特に裏込土表面の沈下状態を示す。

図-1 第1回くずれ石積擁壁実験断面図

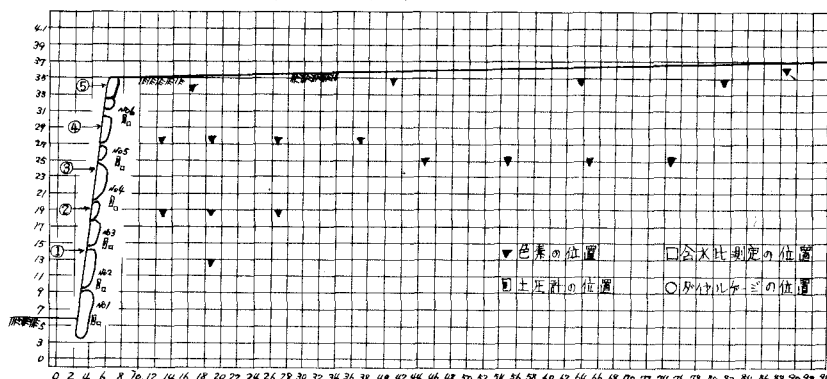


図-2 第1回くずれ石積擁壁実験 $h=3.0\text{m}$
擁壁変位量-時間曲線

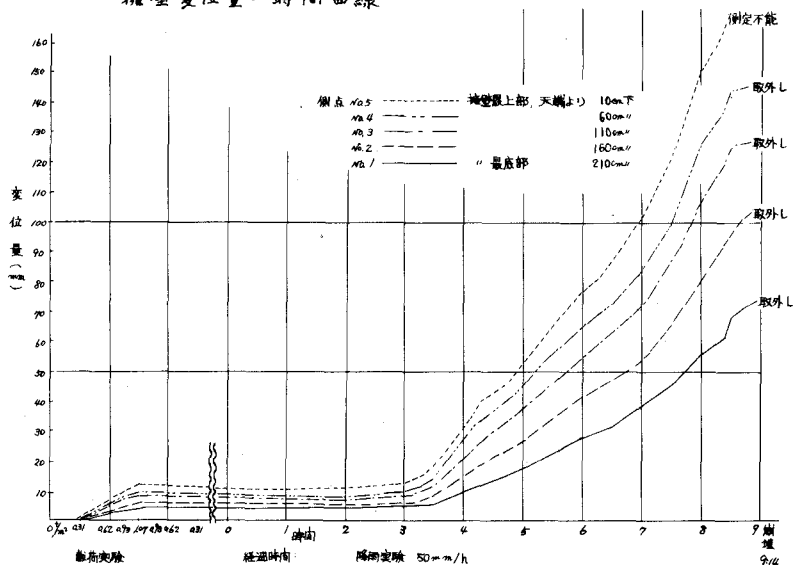
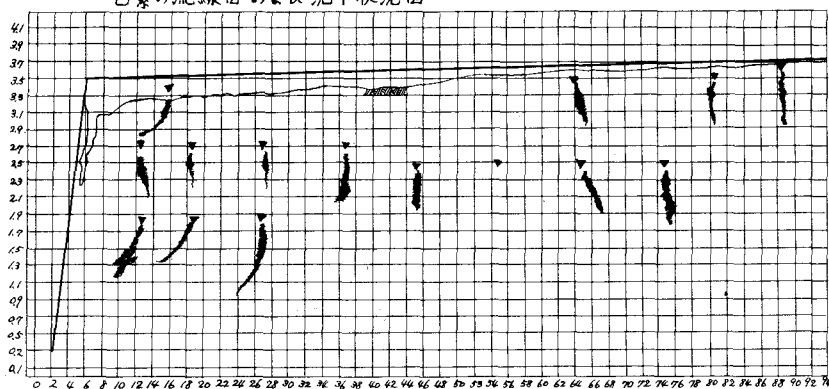


図-3 第1回くずれ石積擁壁実験
色素の流線図および沈下状況図



(2) 自立式コンクリートブロック空積擁壁

PV式中空コンクリートブロック空積擁壁を図-4のような盛土に対して築造した。盛土材料は神戸市鶴甲山産の「マサ土」を用いた。人工降雨は約 40 mm/hr の強度で3回に分けて実験を行った。この場合のブロックの水平変位量は図-5にその状況を示す。この場合の盛土表面の沈下量を測定したものを図-4に示す。図-6は同じブロックを用いた切土擁壁の断面であるが、この時のブロックの移動量と裏込部の表面沈下量は比較的小さいのである。

図-4 マサ土地域盛土擁壁現地試験
測定器の位置図、盛土断面
および表面沈下量

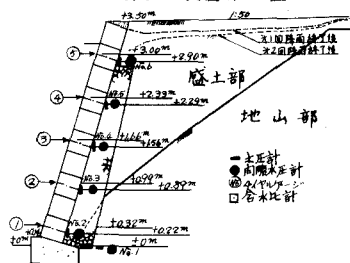


図-5 マサ土地域 盛土擁壁現地試験
擁壁変位量-時間曲線

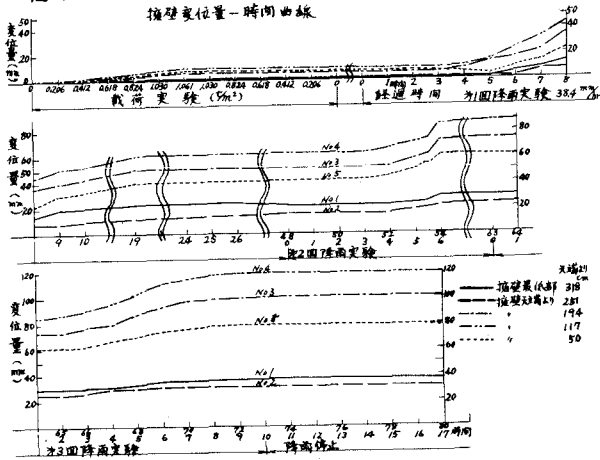
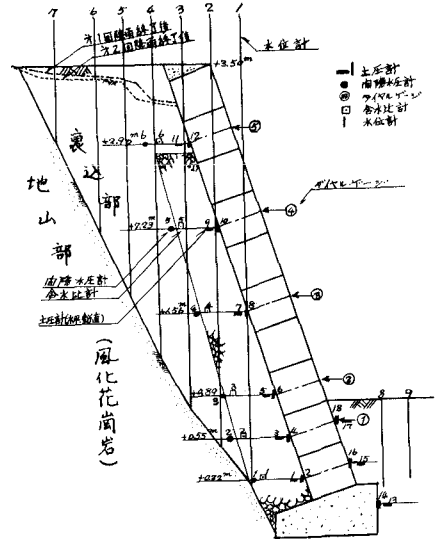


図-6 マサ土地域切土擁壁現地試験
測定計器の位置図、裏込部断面
および表面沈下量

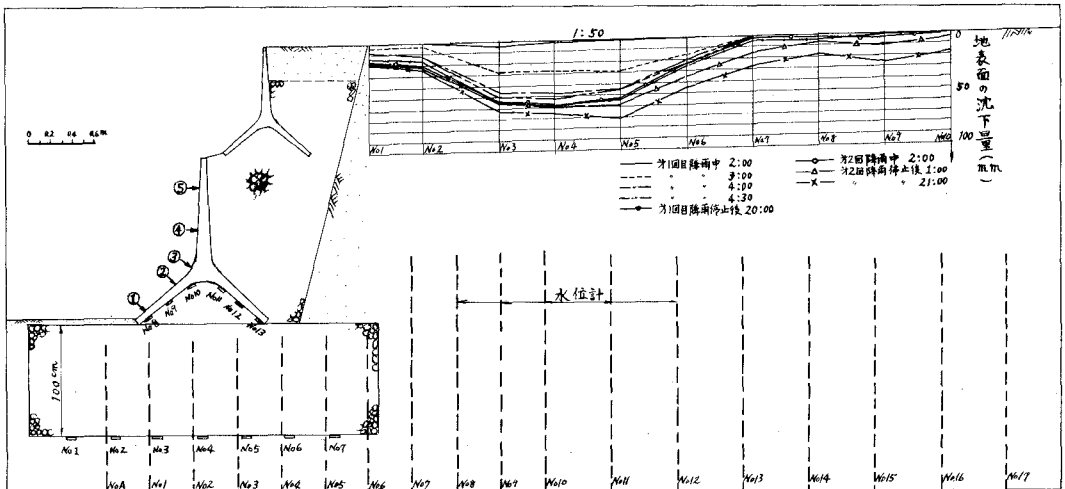


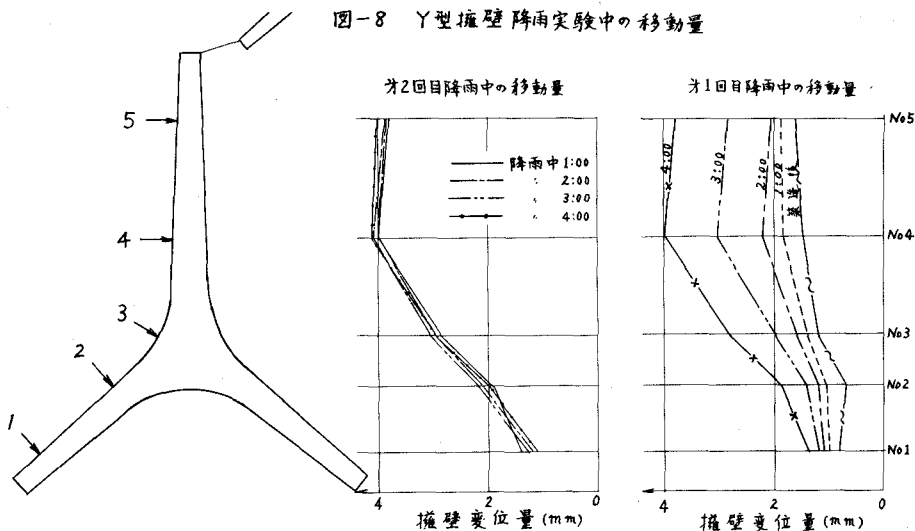
(3) Y型擁壁

図-7に示すように下段に高さ1.5m, 上段に1.0mのY型擁壁を二段積みとしたものの背後に奥行き長い盛土を(1)に用いたと同じ土を用いて築造し, これについて降雨実験を行った。強度60mm/hrの人工降雨を与えて安定実験を行った。図-7には盛土部の沈下状態を拡大して示した。

図-8はこの場合の下段壁体の移動量を示したものである。この場合, 石礫の裏込層の厚さおよび基礎捨石の厚さが他の実験の場合よりもかなり大きく, 移動量が比較的小さいことが特徴である。オ1回目の降雨時に比してオ2回目の時における沈下量および壁体の移動量は極めて小さいのである。

図-7. Y型擁壁実験断面図および地表面の沈下状況





(4) PNC版使用土留工

図-9はPNC版を用いた土留工を対象とした一連の実験中の最も安定した断面を示す。図-10はこの時の各版の移動量を示したものである。この時は石礫の使用法が適切であった結果、裏込土の沈下量および版の移動量がこの時の一連の実験中では最小であり、安定した変位量曲線を示した。

図-9 PNC版使用土留工の断面図
および浸透水面変化図

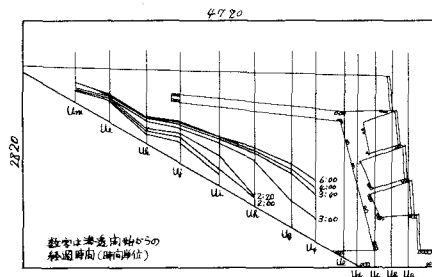
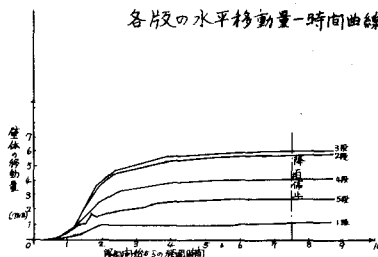


図-10 PNC版使用土留工の
各版の水平移動量-時間曲線



3 考察と結語

上記の諸実験の外に三段ブロック積層擁壁、重力式コンクリート擁壁などを対象とした同様な実験を行って貴重な実験資料を得たのである。多くのこれらの結果を総合してみると、壁体の移動はどの場合も免れないが、問題は移動の仕方および移動量そのものにある。壁体の前傾、腹出しなどは特に問題である。裏込土などのような断面で填充するかにより、また石礫層をどのように使用するによっても壁体の移動状況が異なる。このことに関して筆者は考察を加えて理論的結論を得たが、この説明は講演時にゆづる。擁壁や土留工の安定は、豪雨の浸透に対する従来の考え方で解決されないものであって、ここに述べた問題と講演時に述べる解法を今後の擁壁の設計と施工にひとり入れられることを切望してやまない。