

現地載荷試験時における岩盤のゆるみと挙動特性の関係

建設省土木研究所 ○飯田隆一，小林茂敏

まえがき

岩盤の挙動特性を明らかにする目的で，現地載荷試験の際に，岩盤の表面変位の測定の外に，岩盤内のひずみ分布の測定をいくつかの地点で行って来た。これらの測定においては，いづれもカールソン型ひずみ計を用いたので，局部的な現象しか測定されず，十分な現象解釈が出来ないので，連続的にひずみを測定し得る新しいひずみ計を開発し川治ダムで測定を行った。その結果，極めて興味ある結果が得られたので，ここに報告する。

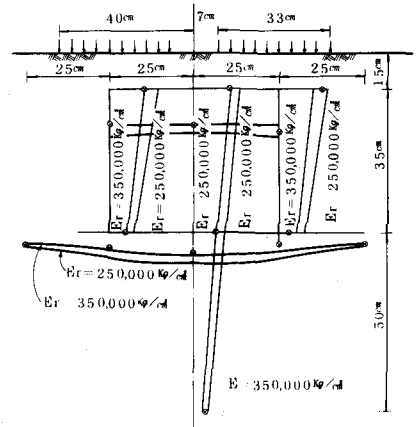
1. 従来の測定の概要

現地載荷重試験に際しての岩盤内のひずみ分布の測定は，土木研究所では，小渋ダム，矢作ダム，緑川ダム，石手川ダム，真名川ダムなどで行って来た。その結果

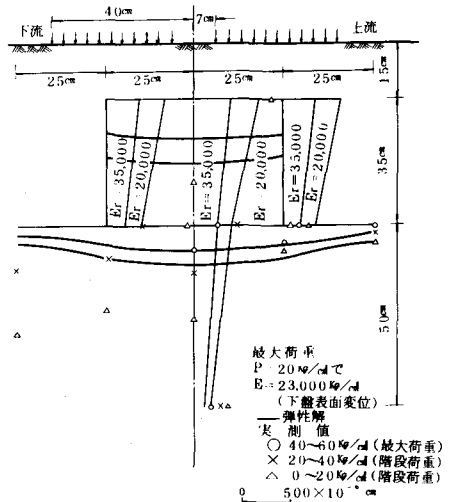
- 1) 表面変位の測定結果で，弾性係数と変形係数の差がほとんどなく，弾性体に近いものは，ひずみ分布も弾性解にほぼ一致し，各点のひずみ増分は応力レベルに無関係に一定している。
- 2) 表面変位の測定結果で，弾性係数と変形係数の差が大きく，非弾性的な挙動を示すものは，ひずみ分布も弾性解と異り，各点のひずみ増分は応力レベルが高くなるに従って大きくなっている。

が明らかとなった。¹⁾

しかし，これらの測定結果は個々のひずみ計の埋設位置での，局部的な現象の影響を強く受けているために，実際にどのような現象が全体として生じているのか明確でないために，十分な解釈を立てることが困難であった。



矢作ダムA地点



石手川ダム

図 - 1 岩盤内ひずみ分布

表 - 1

2. 川治ダムにおける試験の概要

試験は川治ダムのクレツの少い閃緑岩の所で，互に5 mへだたったA，B 2箇所で行った。載荷は直径80 cmのダイヤフラムにより等分布荷重として加えた。

地点名	E kg/cm ²	$\frac{\partial E(40 \sim 60)}{\partial E(20 \sim 40)}$	$\frac{\epsilon E(40 \sim 60)}{\epsilon E(20 \sim 40)}$	$\frac{\epsilon E(20 \sim 40)}{\epsilon E(20 \sim 0)}$
石手川ダム	23,000	1.27	1.63	1.37
緑川ダム	34,000	1.17	1.55	1.22
矢作ダム(A)	352,000	0.92	0.92	
"(B)	68,000	1.27	1.38	0.98
"(C)	195,000	1.17	1.19	
小渋ダム	340,000	1.36	1.11	

A, B地点とも, 図-2に示すように, 載荷面の中心に長さ100cmのひずみ計を, 中心から25cm, 50cmの所には長さ60cmのひずみ計をボーリングして埋設した。このひずみ計の構造は長さ11cmの電気抵抗線ひずみ計を3.5cmずつオーバーラップさせながら7.5cm間隔で配置し, これをエポキシ樹脂で包んで棒状に固めたものである。したがって100cmのひずみ計には13個, 60cmのひずみ計には7個のゲージが埋め込まれている。

このように長さ11cmのひずみ計をある程度オーバーラップさせながら, 全長にわたり設置することにより, 局所的な現象のみならず, 全体的な現象も測定可能となった。なお, ひずみ計埋設のために行なったボーリングのコアの状況は図-3のごとくであり, ボーリングコアにおける平均キレット間隔は15cmであった。これらのコアから長さ10cmの供試体を切り出し, 一軸圧縮試験と静弾性係数の測定も行なった。

3. 測定結果

3.1 ボーリングコアの試験結果

前述したようにB試験地点で, ひずみ計埋設のために行なわれたボーリングのコアについて, 一軸圧縮試験と静弾性係数の測定を行なった。その結果は

	一軸圧縮強度	静弾性係数
B地点	1,622 kg/cm ²	292,000 kg/cm ²

であった。これらの供試体はいずれも載荷面の中心に掘られたボーリングコアからとった

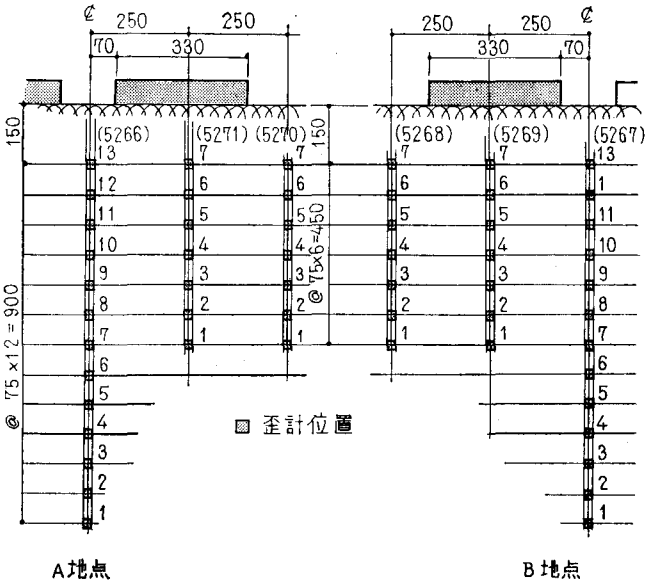


図-2 ひずみ計配置図

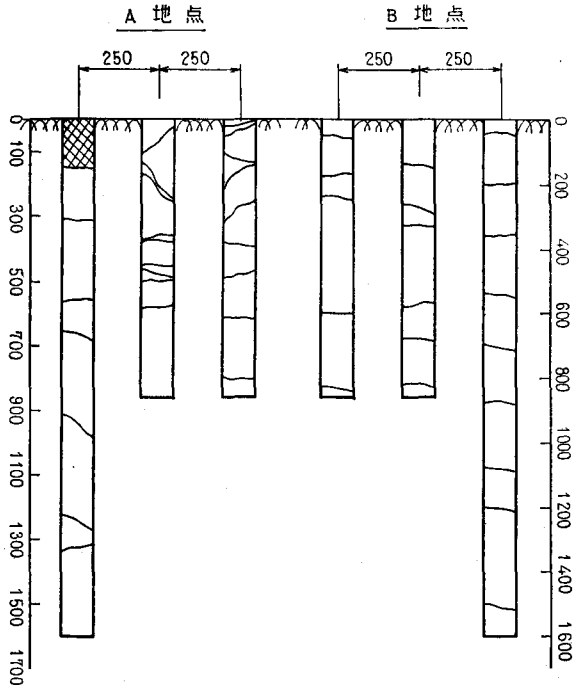


図-3 コアのキレット図

ものでキレットを含まない岩片の係数を測定したものと考えてよく, またコア全体がほぼ様な岩質であったので, 一軸圧縮強度は1,000~1,500 kg/cm², 弾性係数は200,000~300,000 kg/cm²の岩

石から成っていたと解せられる。

3.2 表面変位の測定結果

岩盤の表面変位の測定は載荷板の中心で行なわれ、得られた荷重-変位曲線は図-4のごとくである。これから求められた変形係数（処女曲線の勾配）と弾性係数は以下に示すような値であった。

変形係数

弾性係数

B地点 $51,000 \text{ kg/cm}^2$

$118,000 \text{ kg/cm}^2$

3.3 岩盤内ひずみ

分布の測定

岩盤内のひずみ分

布の測定は、図-1に示すように、載荷中心と、中心から25 cm離れた所と50 cm離れた所とで測定されたが、載荷中心で測定されたひずみを用いて、論ずることにしよう。図-5はB地点の最も浅い表面から15 cmの点のひずみの測定値であり、

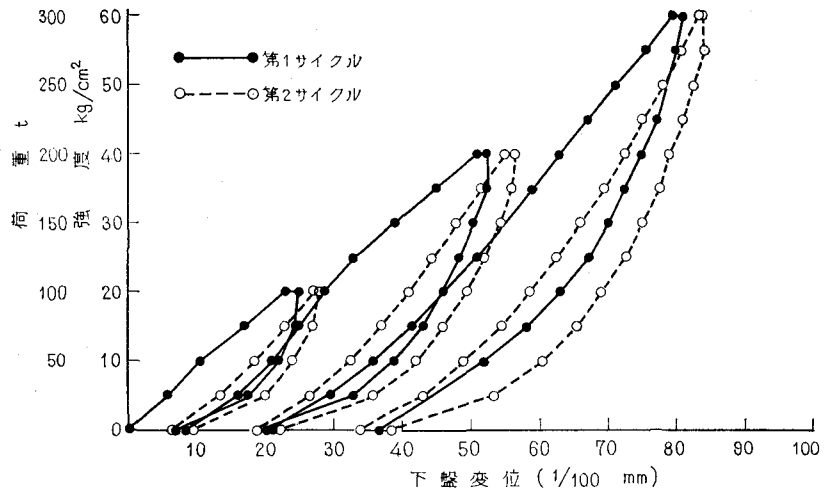


図-4 荷重-変位曲線（階段荷重）B地点

り、図-6はB地点の最も深い、表面から105 cmの点のひずみの測定値である。図-5および図-6を観察するに、表面近くでの荷重-ひずみ曲線は非弾性的で、荷重-変位曲線に類似しており、処女曲

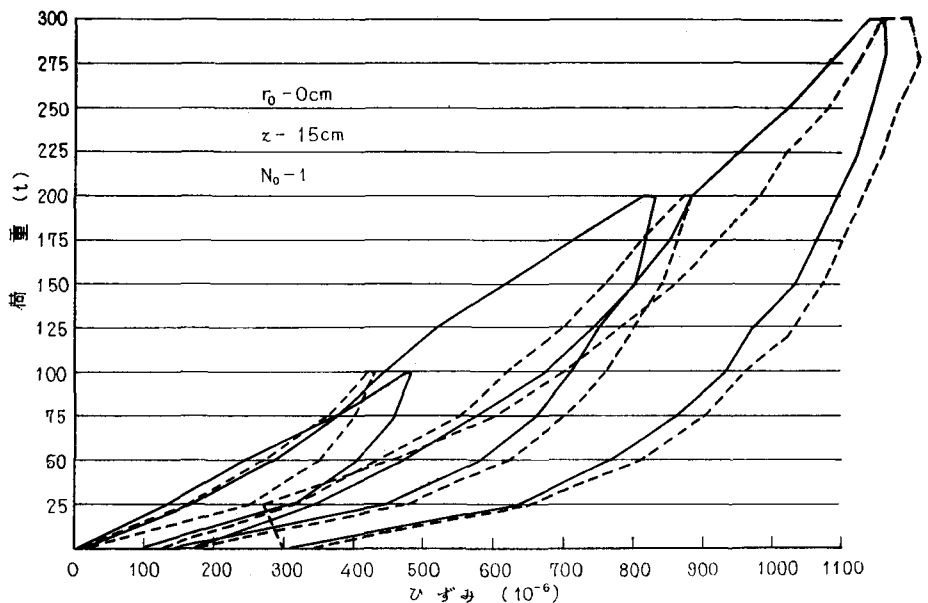


図-5 荷重-ひずみ曲線（階段荷重）B地点

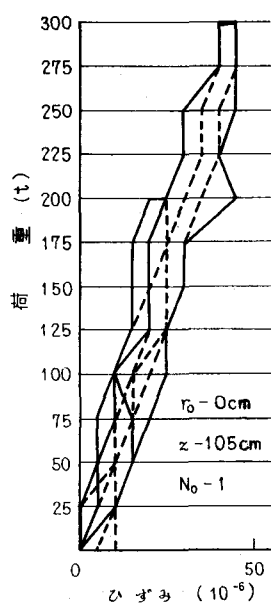


図-6 荷重-ひずみ曲線
(階段荷重)

り求めた弾性係数を弾性係数とした弾性体のひずみより大きい値を示している。一方40~60cmより深い所では荷重が増加してもひずみ増分は変化せず、その値もコアの弾性係数を弾性係数とした弾性体のひずみ増分とはほぼ一致している。

4. 測定結果に対する考察

以上述べた測定結果から、

1) この測定では、表面より40~50cmまでとそれより深部とは、はっきりと挙動が異なり、表面近くでは非弾性的であるのに反し、深い所では極めて弾性的である。

2) 表面より40~50cmまでの点の荷重-ひずみ曲線の形は、載荷面の中心での荷重-変位曲線と極めて類似していて、荷重が増加するに従って、単位荷重当りのひずみの増分は

線の勾配も荷重が増大するに従って大きくなる傾向を有するに反し、深い点での荷重-ひずみ曲線は極めて弾性的である。この状況をさらに明確にするために、0~20 kg/cm²の間の処女曲線の勾配、20~40 kg/cm²、40~60 kg/cm²間の処女曲線の勾配、繰返し荷重時の勾配を各ひずみ計について示すと、図-7のごとくである。なお、図-7には岩盤が表面変位から求めた弾性係数と同じ弾性係数を有する弾性体と仮定したときのひずみ分布と、コアと同じ弾性係数を有する弾性体と仮定したときのひずみ分布も示されている。これらの図を観察するに、表面から40~60cmまでの所ではひずみの増分は荷重の増加に従って減少する傾向をはっきり示しており、しかも全般に

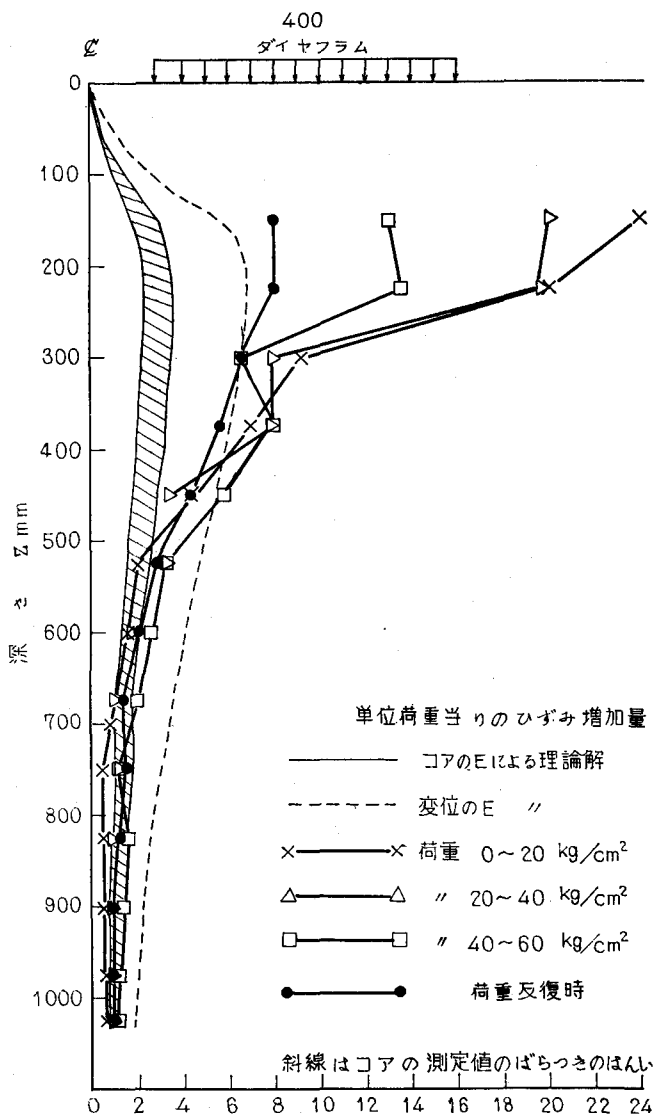


図-7 A地点理論弾性解と実測値対応表(載荷中心)

減少する傾向を持っており、繰返し荷重時においては、ひずみ増分はさらに減少している。

3) 表面より40～50 cmより深い点での挙動は極めて弾性的で、コアの弾性係数と同じ値の弾性係数を持つ弾性体のひずみ増分とほぼ一致した値を示している。

以上の結果と、今迄に行われて来た岩盤内のひずみ測定結果と対応して検討すると

1) この測定が行われた川治ダムのA, B地点は、岩盤としては、コアの弾性係数と同じ値の弾性係数を持つ弾性体として挙動しているが、載荷面近くの表層では、横坑掘削時にゆるみを生じ、このゆるみのために非弾性的挙動を示すようになっている。荷重-変位曲線にみられる非弾性的挙動も主としてこのゆるみによるものと考えられる。

2) 現地載荷試験にみられる非弾性的挙動は荷重の増加にともなう、単位荷重当りのひずみの増分が減少していくことから、非弾性的変形を示すゆるんだ部分は荷重の増加とともにゆるんだ状態から締固まった状態へ移行していくものと考えられる。

3) この川治ダムの試験地点は極めて良好な岩盤であったために、深い点での挙動がコアの弾性係数と同じ値を持つ弾性体とほぼ一致したのであって、図-1に示す石手川ダムの測定例のように、かなり深い部分でも、非弾性的挙動を示す例は多く、一般的には岩盤にはゆるみが存在し、非弾性的挙動を示すものと考えるべきであろう。これは黒部第4ダムの基礎岩盤の変形の実測²⁾からも明らかである。

4) しかし、岩盤の非弾性的挙動については、従来の現地試験結果は誇張してとられている可能性がある。

5) 表面変位から得られる弾性係数の値は、表面からある程度入った深さの岩盤の挙動を特徴づけるコアの弾性係数の値ともかなり異っている。このことは表面変位から得られる弾性係数の物理的意味を検討する必要がある。

6) この測定に用いられたひずみ計はこの種の測定に極めて有効である。

などが結論される。

参 考 文 献

- 1) 岸本貞男, 安江朝光, 小林茂敏, "変形試験時における岩盤内のひずみ分布" 土木学会第5回岩盤力学シンポジウム 1969年
- 2) 関西電力建設部 "黒部第4ダムと基礎の挙動" 大ダム No. 37 1966

Relations between the Looseness of Rockmasses and the mechanical
Characteristics of Rockmasses observed from in situ loading Tests
by Ryuichi Iida, Shigetoshi Kobayashi The Public Works Research
Institute, Ministry of Construction

On the in situ loading tests at several dam sites, not only the surface displacements but also the strain distributions in rockmasses were measured. In these tests, as the Carlsons strain meters were used, only the local phenomenon were observed, and the sufficient inter pretentions of the phenomenon of rockmasses were not able to establish.

To measure more clearly the mechanical characteristics of rockmasses, the new type of strainmeter has been devised, and using this strain meter, the strain distributions have measured on the in situ loading tests of kawaji Dam.

We have obtained very interesting results.