

ルジオン試験方法

Method for Lugeon Test

1 適用範囲

この基準は、岩盤の透水性の指標であるルジオン値を求める方法について規定する。

主としてダム基礎の岩盤を対象とする。

注記 この試験は、ダム基礎以外の岩盤にも準用できる。

2 引用規格・基準

次に掲げる規格・基準は、この基準に引用されることによって、この基準の規定の一部を構成する。これらの引用規格・基準は、その最新版（追補を含む。）を適用する。

JIS A 0207 地盤工学用語 **JIS B7505-1** アネロイド型圧力計—第1部：ブルドン管圧力計

3 用語及び定義

この基準で用いる主な用語及び定義は、次によるほか、JIS A 0207 による。

3.1

ルジオン試験

ボーリング孔内をパッカーで区切った試験区間内に一定圧力で複数段階注水し、圧力と注水流量の関係からルジオン値を求める試験。

3.2

有効注水圧力

試験区間における注水時の水圧から平衡時の水圧及び注水管内抵抗による損失水頭に相当する水圧を引いた差圧。

4 試験用具

注記 ルジオン試験装置の例を**附属書B**の**図B.1**に示す。

4.1 削孔用具

削孔及び孔内を洗浄できる岩盤用ボーリングマシン一式。

注記 パッカーの遮水効果が得られるよう、必要に応じて孔壁を滑らかに仕上げられるビット等を地質状況に応じて選定する。

4.2 注水管

試験区間に注水するための管で、2 MPa 以上の水圧に対して水密性を有するもの。注水管の接続部は、シールテープなどにより漏水を防止する。

注記1 内径は同一のものが望ましい。

注記2 注水管内損失水頭が小さい場合にはボーリングロッドを用いても良い。 **4.3** **パッカー**

孔壁によく密着し、試験中に漏水が生じないもの。

注記1 パッカーは、孔壁との密着性に優れたエアパッカーを使用するのが望ましい。

注記2 パッカーには、試験区間の上部に設置するシングルパッカーと、試験区間を挟んで上下に設置するダブルパッカーとがあり、岩盤条件や試験手順によって使い分ける。

注記3 パッカーは、1 m程度あるいはそれ以上の長さのものが望ましい。

4.4 加圧装置

ガス圧または水圧でパッカーを膨らませる機能を有するもの。

4.5 ポンプ

適正な吐出圧力及び吐出容量を有し、注水圧力の脈動の小さいもの。

注記 吐出容量150 l/min(9 m³/h)、最大吐出圧力1.5 MPa以上を有し、注水圧力の脈動が設定圧力の±10%以内のものをを用いることが望ましい。

4.6 流量計

注水流量の測定ができるもの。

注記1 流量計は、測定精度が容量の±1.0%以内のものをを用いることが望ましい。

注記2 流量計は、自記記録可能なものが望ましい。積算流量計のように自記記録ができない場合には、1分毎に流量計の読みを正確に記録すること。

4.7 圧力計

試験区間の注水圧力の測定ができるもの。

注記1 圧力計は、孔口もしくは試験区間内に設置する仕様のものとし、自記記録可能なものが望ましい。

注記2 孔口に設置する場合には、最大注水圧力の1.5倍程度の容量及び容量の±1.6%以内の精度を有する圧力計を用いることが望ましい。容量の±1.6%以内の精度を有する水圧計とは、JIS B7505-1の第1部：ブルドン管圧力計に規定されている精度等級1.6級のブルドン管圧力計を指し、これ以外に水圧計を使用する場合は、容量に対して±1%以内の精度を有する水圧計を用いることが望ましい。

注記3 試験区間に設置する場合には、試験区間の深さに水の単位体積重量を掛けた値と最大有効注水圧力を足した値の1.5倍程度の容量及び0.01MPa以内の精度を有する水圧計を用いることが望ましい。

4.8 水位測定器

1cm 単位で読み取り可能であり、注水管内の水位が測定できるもの。

注記 水圧計を試験区間内に設置した場合には、水圧計を水位測定器として併用することができる。

5 試験孔の準備

試験孔の準備は、次による。

a) 既存の横坑やボーリング孔などの影響を受けない範囲に試験孔の位置を選定する。

注記1 ただし、選定が困難な場合は試験中に横坑やボーリング孔への漏水がないか確認する。

b) 試験孔の削孔には削孔用具を用い、清水掘りとする。通常、試験孔の孔径は66 mm とする。ただし、異なる孔径によりコア採取を行う場合は、その径を採用してもよい。

c) 戻り水にスライムなどが混入しなくなるまで試験孔を洗浄する。

注記2 軟岩、強風化した岩盤、著しく変質した岩盤、脆弱な断層破碎帯、未固結堆積層などでは、長

時間の孔内洗浄を行うとかえって孔壁を乱す可能性があるので、注意すること。

6 試験方法

6.1 試験の準備

試験の準備は、次による。

- a) 注水に伴う注水管の損失水頭 h_3 (m) を地上の損失水頭試験^リによって求める。
 - 注^リ** 損失水頭試験とは、注水流量と注水管の損失水頭の関係を求める試験をいう。
 - 注記1** 損失水頭は、計算または換算表によって求めてもよい。
 - 注記2** 圧力計を試験区間内に設置した場合には、損失水頭試験は必要ない。
- b) 通常、試験区間の長さは 5 m とする。ただし、対象とする区間の地質等によっては、必要に応じて試験区間長を短くしてもよい。この場合、試験結果にその旨を記載する。
- c) 試験孔の孔内水位を測定する。
- d) 注水管の先端部にパッカーを組み立てる。
- e) パッカーを取り付けた注水管を接続しながら、b) で定めた深さまで挿入する。
 - 注記3** 圧力計を試験区間内に設置する場合には、圧力計を設置する深さを記録する。
- f) 注水管に清水を送り、管内の気泡を除去する。
- g) 加圧装置によりパッカーを膨らませ、孔壁に密着させる。
 - 注記4** パッカーの遮水効果が良好でないと予想される場合は、事前にセメントなどによって孔壁を補強する。
 - 注記5** パッカーをガス圧または水圧で膨らませる場合には、試験区間に最大有効注水圧力に相当する水圧が加わることを考慮して、試験中に漏水が生じないように十分大きなガス圧または水圧で加圧する。
 - 注記6** パッカーの遮水性を確認するためには、注水の前後でパッカー上部の孔内の水位を測定することが有効である。注水の前後で著しい水位上昇が認められた場合には、パッカーの遮水効果が良好でないと考えられるので、パッカー位置の変更などを行う。
 - 注記7** 試験の前後でパッカーを加圧するガスまたは水の圧力を測定する。試験の前後で圧力変化が著しい場合には、パッカーまたは配管系からの漏洩の可能性があるので、この場合には、パッカーを引き上げて点検または交換を行う。
- h) 注水管内の水位を、水位測定器によって一定時間ごとに測定する。水位変化が小さくなるまで測定を継続して、水位変化が小さくなったときの値を平衡水位とする。
 - 注記8** 圧力計を試験区間内に設置した場合には、これを用いて平衡水位を求めてもよい。
 - 注記9** 平衡水位の測定を長時間行っても水位変化が小さくならない場合には、変化傾向から平衡水位を推定する。この場合には、平衡水位の推定方法を報告する。

6.2 試験

試験方法は、次による。

- a) 圧力計と試験区間中央の高さの差 h_1 (m) 及び平衡水位と試験区間中央の高さの差 h_2 (m) を求める。
- b) ポンプを稼働させ、一定の注水圧力 p_0 (MPa) で試験区間に清水を注水する。
- c) 注水流量を流量計で 1 分ごとに測定し、注水流量の時間変化を読み取る。注水流量の変動幅が 5 分間の平均注水流量の 10% 未満となったとき、この平均注水流量を注水圧力 p_0 (MPa) における測定注水流量 Q_0 (l/min) とする。

- d) 注水圧力を 0 から段階的に増加させて試験し、最大注水圧力段階の試験が終了した後、段階的に減少させて 0 に戻す。この過程で、b)、c)の測定を繰り返す。注水圧力段階の増加過程の圧力は最大注水圧力を含めて 5 段階以上、減少過程の圧力は 4 段階以上とする。最大有効注水圧力は、通常 0.98 MPa とする。ただし、限界圧力が 0.98 MPa を下回る地盤では、昇圧が 5 段階以上となるように小刻みな昇降圧段階とする。

注記 昇圧段階と降圧段階では、同じ圧力値とすることが望ましい。注水圧力パターンの例を**附属書 B**の**図B.2**に示す。

7 結果の整理

各圧力段階の有効注水圧力 p を縦軸に、単位長さ当たりの注水流量 q を横軸にプロットし、 p と q の関係からルジオン値を求める。

結果の解析方法を**附属書 A**に示す。

8 報告事項

次の事項を報告する。

- a) 試験孔の番号、位置、地盤高及び削孔方法

注記1 地盤高として標高を求めることが望ましい。

- b) 試験区間の深さ、孔径及び試験区間長

- c) 試験区間の地質状況

- d) 試験日時及び天候

- e) 試験装置の構造

注記2 圧力計の位置(地表面からの深さあるいは高さ)、圧力計の容量と精度、パッカーの長さ、圧力を報告する。

- f) 試験区間内の平衡水位

注記3 平衡水位の測定を長時間行っても水位変化が十分小さくならなかった場合には、平衡水位の推定方法も推定した平衡水位とともに報告する。

- g) 注水圧力と注水流量の時間測定記録

- h) 注水圧力の増加及び減少過程における有効注水圧力と単位長さ当たりの注水流量の関係($p-q$ 線)

- i) 最大注水圧力

- j) ルジオン値(L_u)または換算ルジオン値(L_u')及び限界圧力(P_{cr})

- k) この基準と部分的に異なる方法を用いた場合には、その内容

- l) その他特記すべき事項

附属書 A (規定) 結果の解析方法

A.1 整理

結果の整理は、次による。

- a) 各圧力段階の有効注水圧力 p (MPa) を次式で求める。

$$p = p_0 + \gamma_w (h_1 - h_2 - h_3)$$

ここに、

p_0 : 各圧力段階の注水圧力 (MPa)

h_1 : 圧力計と試験区間中央の高さの差 (m)

h_2 : 平衡水位と試験区間中央の高さの差 (m)

h_3 : 注水管の管内抵抗による損失水頭 (m)
試験区間内に圧力計を設置した場合は、
 $h_3 = 0$ とする。

γ_w : 水の単位体積重量 (MN/m³)

注記 各圧力段階の注水圧力 p_0 には、圧力計を孔口あるいは試験区間内に設置したいずれの場合も、その圧力計が示す値を用いる。

- b) 単位長さ当たりの注水流量 q (l/(min·m)) を次式で算定する。

$$q = \frac{Q_0}{L}$$

ここに、

Q_0 : 測定注水流量 (l/min)

L : 試験区間の長さ (m)

- c) 有効注水圧力 p (MPa) を縦軸に、単位長さ当たりの注水流量 q (l/(min·m)) を横軸にとり、測定値をプロットして **附属書 B** の **図 B.3** のように $p-q$ 線を描く。

A.2 ルジオン値の求め方

ルジオン値の求め方は、次による。

- a) $p-q$ 線の直線関係から有効注水圧力 0.98 MPa に相当する単位長さ当たりの注水流量 (l/(min·m)) を求めてルジオン値 Lu とする。
- b) $p-q$ 線において **附属書 B** の **図 B.4** のような急な折れ曲り点が生じた場合、二つの直線の交点の有効注水圧力を限界圧力 p_{cr} (MPa) とする。
- b) 限界圧力または最大注水圧力が 0.98 MPa 以下の場合、**附属書 B** の **図 B.4** の圧力増加過程における初期の直線部分を延長して、有効注水圧力 0.98 MPa に相当する単位長さあたりの注水流量 (l/(min·m)) を求めて換算ルジオン値 Lu' とする。

附属書 B (参考)

試験装置、注水圧力パターン及び試験結果整理の例

B.1 ルジオン試験装置の例

図 B.1 に、ルジオン試験装置の例を示す。

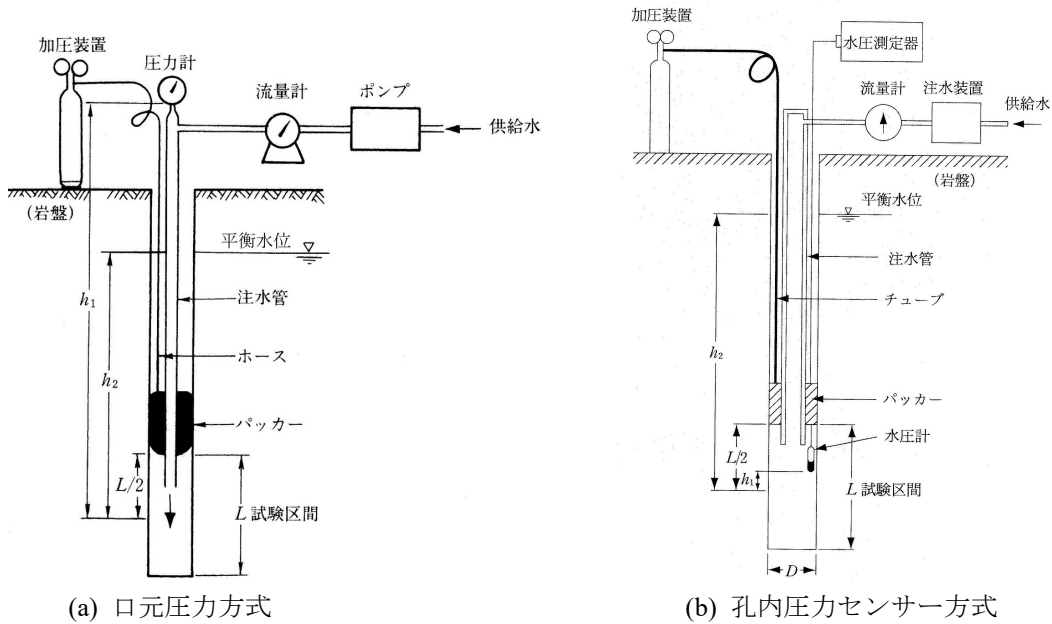


図 B.1—ルジオン試験装置の例

B.2 注水圧力パターンの例

図 B.2 に、注水圧力パターンの例を示す。

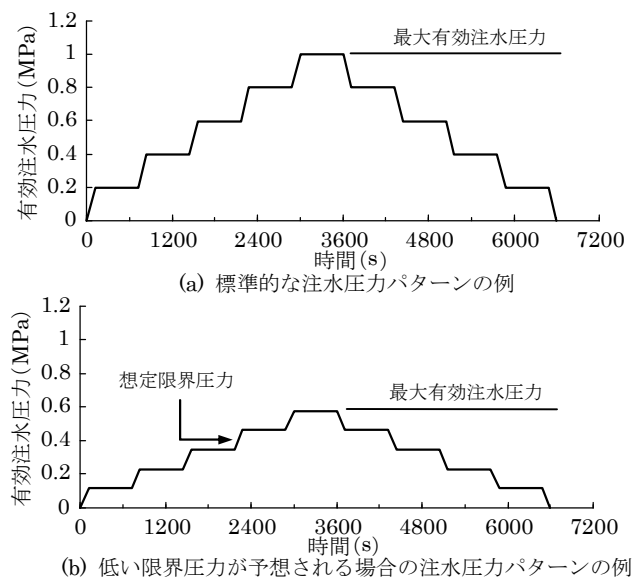


図 B.2—注水圧力パターンの例

B.3 ルジオン値の求め方の例

図 B.3 に、ルジオン値の求め方の例を示す。

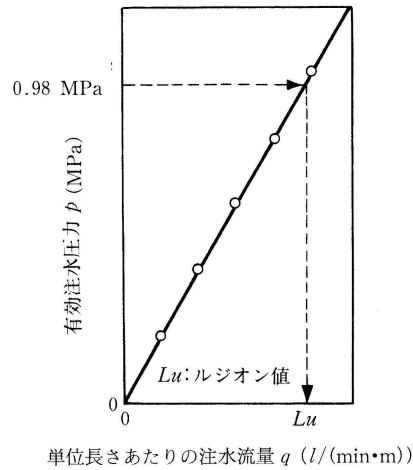


図 B.3—ルジオン値の求め方

B.4 換算ルジオン値の求め方の例

図 B.4 に、換算ルジオン値の求め方の例を示す。

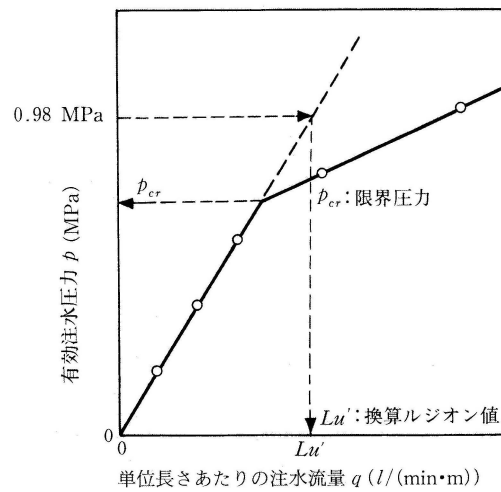


図 B.4—換算ルジオン値の求め方

JGS1323「ルジオン試験方法」改定新旧対照表

No.	番号	現行基準	改定案	改定理由
1	2		JIS A 0207 地盤工学用語	新規規格制定のため。
2	3	この基準で用いる主な用語及び定義は、次による。	この基準で用いる主な用語及び定義は、次によるほか、JIS A 0207 による。	
3	3.1	一定圧力で注水し	一定圧力で複数段階注水し	試験方法に応じた記述とした。
4	3.2	ルジオン値 試験区間に0.98 MPaの有効注水圧力で注水したときの試験区間1m当たりの1分間の注水量()。	【削除】	新規規格制定のため。
5	3 4 5	「掘削」	「削孔」	JIS A 0207 地盤工学用語における「掘削」の定義と異なるため。
6	4.1	【追加】	注記 パッカーの遮水効果が得られるよう、必要に応じて孔壁を滑らかに仕上げられるビット等を地質状況に応じて選定する。	説明を追記した。
7	4.2	【追加】	注記 2 注入管内損失水頭が小さい場合にはボーリングロッドを用いても良い。	実務での現状を反映した。
8	4.7 注記 2 →注記 3	試験区間に設置する場合には、試験区間の深さに水の単位体積重量を掛けた値と最大有効注水圧力を足した値の1.5倍程度の容量及び容量の±1.6%以内の精度を有する圧力計を用いることが望ましい。	試験区間に設置する場合には、試験区間の深さに水の単位体積重量を掛けた値と最大有効注水圧力を足した値の1.5倍程度の容量及び容量の0.01MPa以内の精度を有する圧力計を用いることが望ましい。	孔口に設置する場合と試験区間に設置する場合で注記を分けて記載した。 また、原文で記載していた0.01 MPa 以内の精度に統一させた。
9	4.7 注記 2	注水圧力を低く設定し、試験の圧力段階を小刻みに調整する必要がある場合には、0.01 MPa 以内の精度を有する圧力計を用いることが望ましい。	【削除】	上記に統合する形で記載した。
10	5 a)	【追加】	注記 1 ただし、選定が困難な場合は試験中に横坑やボーリング孔への漏水がないか確認する。	説明を追加した。
11	6.1 b)	対象岩盤の地質状況に応じて試験区間の深さを決める。	【削除】	説明を追加した。
12	6.1 注記 4	孔壁を保護	孔壁を補強	後述の説明と重複するため。
13	6.1 注記 5	ガス圧	ガス圧または水圧	4.4 の記載事項との整合性を図るため。
14	付属書 B 図 B.1		図の追加 (b) 孔内圧力センサー方式	現状を反映させた（孔内圧力センサー方式を採用するケースが多い）