

石拱の構造設計についての考察

九州共立大学工学部 正会員 佐賀美一ニ三
同 学生会員 柳井 享

結言 石拱の構造設計は拱環軸線と圧力線のほぼ合致する場合、理想的設計であるが、拱頂推力、 H が拱頂断面1/3の上限点にくく場合、一般に拱頂断面の内側1/3点にくく場合の最も不利な場合、拱頂断面の下方1/3点に H が効いた場合の最大圧力線の場合が、設計の基本とされている。しかしながら実際の設計になると H_{max} 拱頂断面に効いた場合、図1のように中心角約125度の断面にて内側1/3点に近づき、その断面を過ぎると設計限界断面(水平拱環断面)にて外側1/3点に近づき作用することの計算結果として得られる。ただし、任意断面の H を用いて設計する場合は特に設計限界断面においては、設計上の力学的安定条件をほとんど満足しない。ゆえに、石拱設計には拱頂推力、 H は H_{max} によるべきであり、 H_{max} は図2のように約125度断面に効き、この断面が顕著な変位点と考へられ、設計計算上の特性点とすることなどについて、実際の計算結果をもとにして述べていくのである。

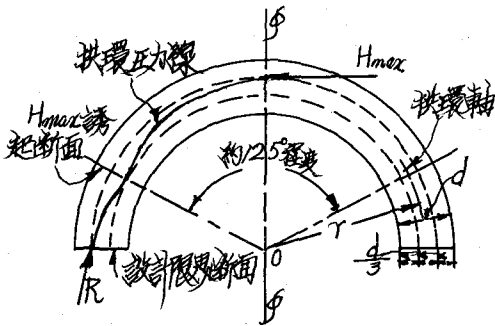


図1 拱環軸線、 H_{max} の効き断面と設計限界断面

安定計算 本稿において図2のように、拱環の任意断面の内側1/3点を最大とするモーメントの和、 ΣM による場合とする。

拱頂推力、 H と拱環厚の二場合の力学的なすむ方、

$$H = \left(\sum_{i=1}^n W_i a_i + \sum_{i=1}^n P_i R \right) / R$$

各ブロック下の断面の内側1/3点の H を計算して、その最大値を H_{max} とする。

石拱拱環厚の考察(南沢氏の研究)において考察したところであるが、拱環厚、 t を36cmと75cmの二場合、土被高さを0.75mと5.5mの二場合とし、拱頂をキーストーン、半円水平拱環の両方を6ブロックとした場合とする。築造材料および土被の単位容積重量を2350、1600 kg/m^3 とする。力学計算は四場合になるが、拱頂の場合、 $t=36\text{cm}$ の場合の拱環のみを述べ、その他拱環

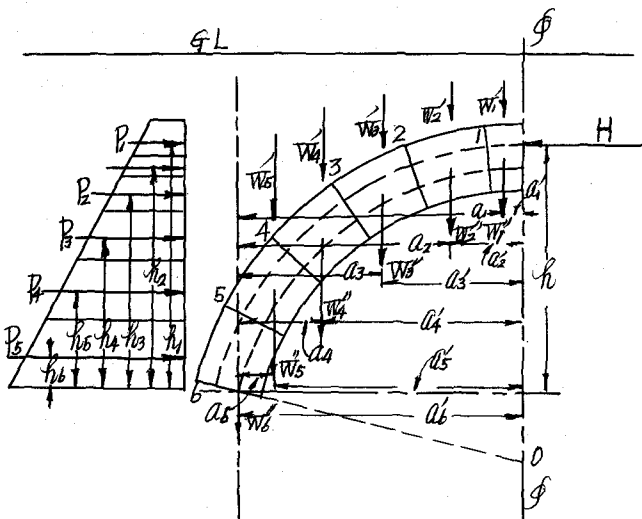


図2 石拱構造に対する外力と拱頂推力Hとの関係

最大のときの断面の力学関係を考察する。

図3, aは拱環に働く外力図解、これに基づいて計算した無次元値の H/H_0 と c/a の関係を図3, b, cが示し、図3, dは拱頂推力と外力による力学的安定関係を示す。図3, b, cにみるように、拱環設計断面

面より先に各ブロック下面、~~内側~~より先の巨岩底面を基準値とすると、~~各ブロック~~において変位点がおろされ、

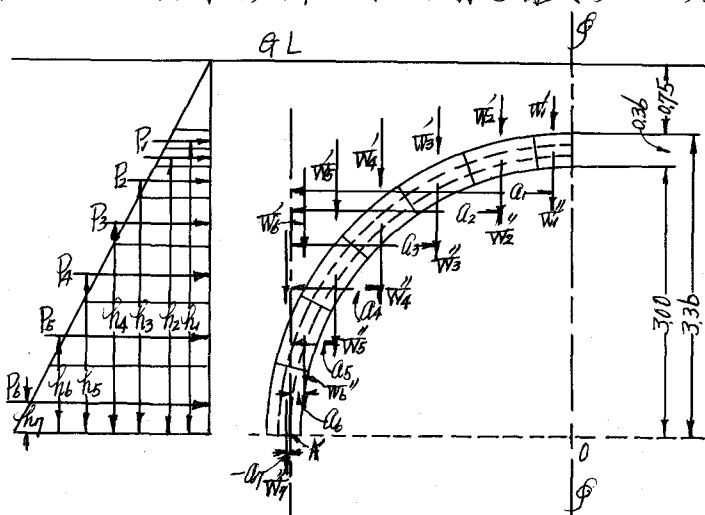


図-3,a 拱環に依り外力の図像

この断面に H_{max} が働くことになり、 H_{max} と外力により連立図を作るとき全断面（設計断面）においても）に亘り、図-1において述べたように力学的決定条件を満たすことがわかる。図-4に示すように最も危険な地質の場合の内形断面においても、 H_{max} により力学的決定条件を満たすので、 H_{max} による設計計算は成立する。

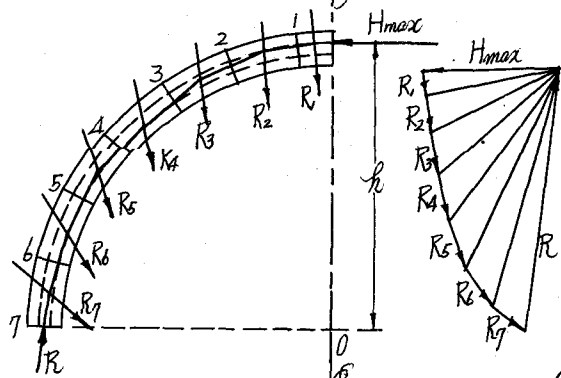
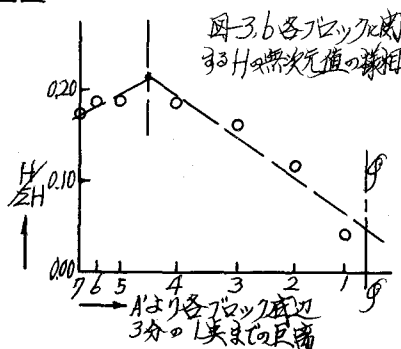


図-3,d 拱頂推力と
外力による力学的決定
図像

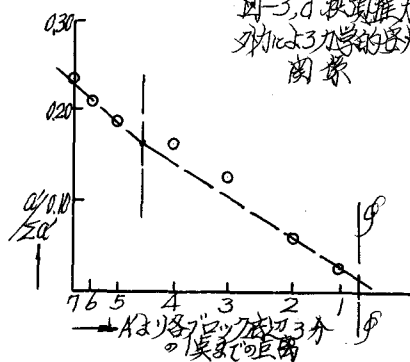


図-3,c 中心軸に於ける拱頂
変位値の無次元化値の線図
結論 前者の拱環の理論値、これに対し H_{max} を用いるのは
よく、この設計法を最大拱頂力理論と呼ぶことにしたい。

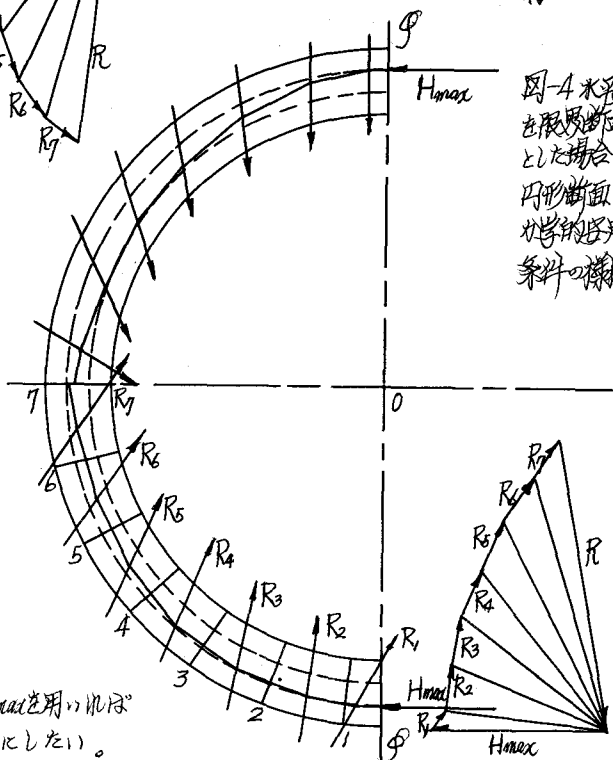


図-4 水溜
を限断面
とした場合の
内形断面の
力学的決定
条件の様相