

ぎっくり腰と有効応力の原理

松尾 修 (まつお おさむ)

建設省土木研究所耐震技術研究センター動土質研究室長

今年初め(2000年2月)、20年ぶりにぎっくり腰を患い、1週間あまり自宅静養した。Y2K問題がこのような形で我が身に起こるとは予想もしなかった。やっと一人で立ち上がれるようになって風呂に入ったとき、腰の痛みが和らいだ。浮力のお陰だと何となく思っていたが、暇を持て余していたので、なぜかと考えてみた。そのことを書いてみたいと思う。

風呂桶につかまりながら、図-1のような格好で湯船に沈んだ。医者診断によれば、図中のa点の辺りの椎間板とその周囲の筋を痛めたものということであった。さて、風呂に入ってa点の痛みが和らいだということは、a点に作用するストレスが小さくなったということであろう。これは果たして浮力のお陰であろうかと一応疑ってみることにした。a点を通るように腰を水平に切った断面Aを考えてみる。この年齢の体になるとひずみの局所化・塑性変形が進行しており、実際の断面は図に示すより大きいかも知れないが、ここでは問題としない。断面Aに作用する力は、風呂の外では上半身の体重そのものである。図のような状態で風呂に浸かっていても水圧は上半身に対してほぼ水平方向に作用するだけであり、断面Aに作用する力にほとんど変化がない。ビア樽のような体型である場合には水圧はむしろ断面Aに作用する力の増加をもたらすことになる。このことから、単に浮力のお陰ではないようであることを知った。

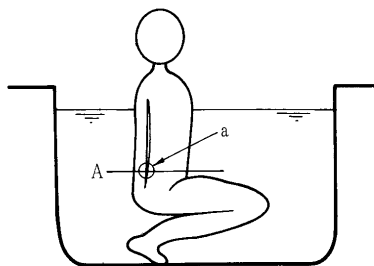


図-1

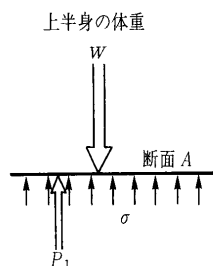


図-2

そこで、もう少し複雑な力学モデルを用いて考え直すことにした。図-2がそれである。すなわち、断面Aに作用する力(上半身の体重 W)は、背骨と(ぶよぶよの)肉で支持されている。そうすると以下の式が成立する。

$$W = P_1 + P_2 \dots\dots\dots (1)$$

ここに、 P_1 は背骨が負担する力、 P_2 は周りの肉が負担する力である。また、肉は体液と筋繊維で構成されていると考えれば、 P_2 は以下のように表される。

$$P_2 = A\sigma = A(\sigma' + u) \dots\dots\dots (2)$$

ここに、 σ は肉に作用する全応力、 σ' は筋繊維の負担する有効応力、 u は体液圧である。なお、筋繊維が圧縮応力を負担するのかどうか医者に確認していないのでよく知らないが、素人考えでは σ' はマイナス(引張り応力)なのではないかと思う。また、これも素人考えであるが、体液圧が外に漏れないのは、隔膜や皮下脂肪等の引張り応力により保たれているためであろうと思う。

さて、風呂に浸かっても式(1)の左辺 W は減らない(むしろ増える)のに、左辺の P_1 (背骨にかかる力)が減るのは、 P_2 が増えるためであろうと考えてみた。そこで式(2)を頭に浮かべてひらめいた。水圧により体液圧 u が増えたと考えればつじつまが合うのではないかと。飽和三軸供試体に非排水状態で側圧を作用させることのアナロジーである。肉は体液で満たされているから間隙圧係数 B 値はほぼ1と考えてよいだろう。風呂から上がった後でチェックしてみた。すべて目分量であるが、腰から上の体重(W)を35 kgf、筆者の腰の部分の断面はかなりの程度円で近似でき、胴回り80 cmであるから、断面積 A は $\pi r^2 = \pi (80/2)^2 = 500 \text{ cm}^2$ 、風呂に浸かったときの腰の深さを40 cmとすれば体液圧の増分(Δu)は40 gf/cm²となり、これによる増分 ΔP_2 は20 kgfとなる。何と35 kgfのうち20 kgfも楽になるのである。結果としては浮力と同じ効果をもたらすが、肉が体液で満たされていることがポイントであろうと思う。

以上のことに気付いたときはアルキメデスのような気分であった。職場復帰してから若い同僚にこのことを得意げに話したら、そんなことは常識だというような顔をされ、少しがっかりした。ちなみに彼はスポーツマンであり、腰痛のプロのようである。いずれにしても、土質力学の有効応力の原理が役に立つこともあるのだな、と一人合点した次第であった。

(原稿受理 2000.3.15)