

堆積圧密作用と異常間隙水圧発達プロセス - 台湾北西部油田地帯を例に -

sedimentation and overpressure generation processes in the north western oil fields of Taiwan

谷川 亘 [1]; 嶋本 利彦 [2]

Wataru Tanikawa[1]; Toshihiko Shimamoto[2]

[1] 京大・理・地鉱; [2] 京大・院・理・地惑

[1] Geology and Mineralogy, Kyoto Univ; [2] Dept. of Geol. & Mineral., Graduate School of Science, Kyoto Univ.

堆積盆地や油田地帯深部において、静水圧よりも高い間隙水圧（異常間隙水圧）が発生していることが過去に多く報告されてきた。この異常間隙水圧の発生にはさまざまな要因が考えられる。厚い堆積盆地における異常間隙水圧発生の要因の1つとして、堆積作用に伴う間隙水圧の上昇と排水に伴う圧密作用（排水環境から非排水環境への変化）の相互作用が挙げられる。この堆積成長過程を定量的に解析するためには、岩石の水理特性である浸透係数、間隙率、比貯留量およびスケンプトン係数が既知である必要がある。またこれらのパラメータは埋没と圧密に伴い大きく減少することが予想される。しかし堆積岩の圧密に伴う水理定数の変化についてはこれまであまり系統的に調べられてなく、さらに比貯留量やスケンプトン係数の値については、ほとんど報告例がないのが現状である。

そこで本研究は、実際に異常間隙水圧が観測されている台湾北西部油田地帯を模式地として堆積圧密モデルに基づく異常間隙水圧の発生過程についての考察を行った。台湾油田地帯の地表露頭において、ほぼ全層準の堆積岩を採取して、室内試験により封圧変化に対する浸透係数と間隙率変化の測定を行った。いずれの測定も室温下で行い、封圧は最大 200 MPa まで変化させ、浸透係数はガス定差圧流量法、間隙率は気相置換法（Scheidegger, 1974）を用いて測定を行った。間隙率の測定結果をもとにして比貯留量とスケンプトン係数の推定を行った。室内試験の結果をもとに一次元非平衡圧密解析（Bethke and Corbet, 1988; Luo and Vasseur, 1992; Wangen, 2001 など）を行い、異常間隙水圧分布を推定し、実測値との比較を行った。なお流体の熱膨張とスメクタイト - イライトの粘土鉱物の脱水作用も解析に含む。

室内試験の結果、浸透係数、間隙率、比貯留量およびスケンプトン係数はいずれも埋没深度の増加（または堆積年代が古いほど）とともに減少する傾向を示した。浸透係数は地表付近では 10^{-13} m^2 と比較的高い値を示すが、深部にいくにつれて急激に減少し深度 8 km 付近においては 10^{-20} m^2 まで減少した。一方、比貯留量は、浅部で 10^{-9} Pa^{-1} を示したのに対して、深部では最大 10^{-11} Pa^{-1} を示し、その減少量は浸透係数に比べて非常に小さい。スケンプトン係数については地表付近では 1 を示したのに対して、8km 深度では 0.7 まで減少した。有効圧との関係で表すと、浸透係数、間隙率および比貯留量は指数関数的に減少するのに対して、スケンプトン係数は直線的に減少する。

数値解析の結果、およそ 2 Ma 前後から異常間隙水圧が発生し、これはちょうどテクトニックな衝突に伴い堆積速度が急激に増加した時期と一致している。また現在の間隙水圧分布は浅部ではほぼ静水圧と等しい値を示し、深度 4 ~ 5 km から急激に異常間隙水圧が大きくなり、深部ほど大きくなるという傾向を示した。しかし実際に観測されている間隙水圧に比べて幾分低い値を示した。この原因としては、地下深部からの流体の流入、石油・天然ガスの生成、および実験から推定した値と実際の深部の誤差などが考えられる。また堆積圧密作用および脱水作用が間隙水圧上昇に大きく寄与していることも明らかになった。

また同様の解析を台湾集集地震発生域に応用した結果、地震発生域においても地下深部では異常間隙水圧の発生しうることが明らかになった。さらに断層帯の影響を考慮した場合、断層帯内部およびその深部では、断層が発達していない条件に比べて異常間隙水圧が大きく上昇することがわかった。そのため、異常間隙水圧が地震発生のトリガーとなることや、地震滑り運動にも影響を及ぼすことが予想される。