

水溶性天然ガス田の再開発計画に伴う地盤環境への影響評価

九州東海大学工学部 正会員 鹿田 光一
九州大学工学部 正会員 江崎 哲郎

1. はじめに

我が国における天然ガス利用は、発電用、一般家庭用を初め広範に及んでいる。しかしながら、その多くは海外からの輸入によるものであり、国内における天然ガス開発は商業価格の低下と生産コストの上昇のため困難さを増している¹⁾。これに対し、ある天然ガス田において、効率的な揚水方式の導入、未開発ガス層からの採掘（坑井あたりの揚水量の増産）を主幹とした再開発により、生産効率を改善する計画が提案された。しかしながら、急激な地下水位低下や局所的な地盤沈下を生じることが懸念されるため、現象を精度良く表現する解析手法を開発し、環境保全の見地から再開発計画の検討を行った。

2. 水溶性天然ガス田における再開発計画

開発現場(Fig.1)は、河口付近約 40km^2 の平野部全域に展開しており、その地質構造は、図中の a-a' 測線に沿った地質断面図(Fig.2)に示す様に、天然ガスかん水貯留層である 2 層の砂岩優勢互層を泥岩優勢互層が挟む 5 層構造である。図中の●印は現行の稼働坑井、◇印は観測井、平野北部に点在する□印は今後開発が計画されている坑井の位置を示す。また、+印は水準点位置を示す。天然ガス採取は、稼働坑井において、2 層のガス貯留層から天然ガスが溶存する地下水を汲み上げる方法が採られている。現行の稼働坑井は二十数年間に逐次開発され、1 坑井あたりの揚水量の軽減化を計りながら所要の生産量を維持している。

この現場に対し、次の 2 項目からなる再開発計画(Fig.3)が提案された。すなわち、1)揚水方法を現行のガスリフト方式から水中ポンプ方式に変更する。2)新規坑井は未開発ガス層からの開発が可能ならに深部化する。1)により 1 坑井あたりの運転効率が高められ、2)により、1 坑井あたりの生産量の増産が見込まれる。従って、生産量を維持しながら坑井数の削減が可能となり、これらの相乗効果から、生産効率の著しい改善が期待される。

3. 解析システム

対象地区の地盤沈下現象は、加圧層の過圧密性・低圧縮

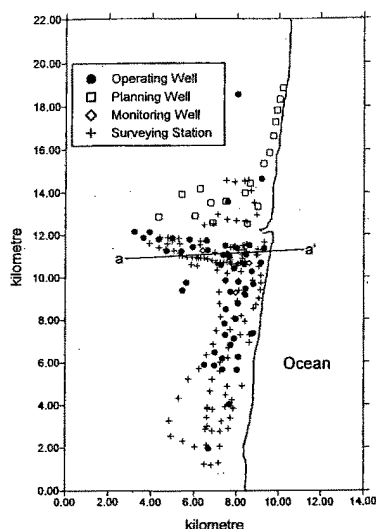


Fig.1 Plane figure of the gas field.

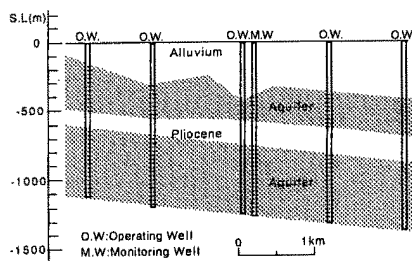


Fig.2 Geological cross section.

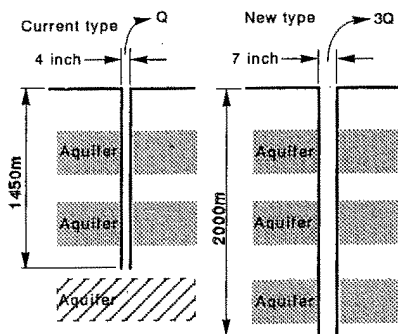


Fig.3 Profiles of two types of wells.

性より、帯水層の変形がその時間遅れを有して 3 次元的に伝播することに起因すると考えられる²⁾。このため、非定常浸透流有限要素解析³⁾と影響関数法による地盤沈下解析のカップリングシステムを適用し、開発に伴う地盤沈下現象の予測と開発計画の評価を行った。このシステムにおいては、浸透流解析によって得られる複雑な地下水水頭分布の入力、およびポスト処理として多様な地理情報との重ね合わせによる検討を可能とするため、GIS (Geographic Information System) を採用した。また、一般の GIS ソフトウェアが、地盤沈下解析、すなわち影響関数法に基づく計算過程において必要となる pixel 毎の繰返し処理について汎用性に乏しいため、表計算ソフトウェア Microsoft Excel のデータシートを pixel の集合であるデータレイヤと見なし、VBA (Visual Basic for Application) によるプログラムコードを開発することにより、レイヤ中のすべての pixel について検索、影響の重ね合わせなどを可能とした。また、得られたデータを GIS でポスト処理する事が可能である。本解析システムを用いて、再開発計画に基づいて新たに開発される坑井の影響評価を行った。

4. 解析結果

地下水水頭分布および地盤沈下について、現行の開発条件および再開発計画に基づく条件での解析結果を Fig.5、Fig.6 に示す。横軸は坑井からの半径方向距離、縦軸はそれぞれ水頭低下量、地盤沈下量を表わす。解析結果は、地下水水頭低下は坑井近傍において大きくなるが(Fig.5)、それに伴うガス貯留層の変形は、地表面方向に広い範囲にわたって 3 次元的に伝播し、ほぼ均等に地盤沈下が生じ、沈下量自体も比較的小さい事を示す(Fig.6)。すなわち、本計画の実施によって、局所的に大きな地盤沈下は生じないと予測される。

5. まとめ

天然ガス田における再開発計画の実現可能性について検討を行った。地下水位の低下を小規模に止め、局所的に大きな地盤沈下を回避出来る可能性を解析結果より示した。すなわち、効率的な操業への転換と環境保全の両立について実現の可能性が見られる。ただし、本計画の実施においては、浅部ガス貯留層の変形の影響に注意を払い、開発初期の水頭低下加速度を適正に制限すべきである事が留意すべき点として挙げられる。

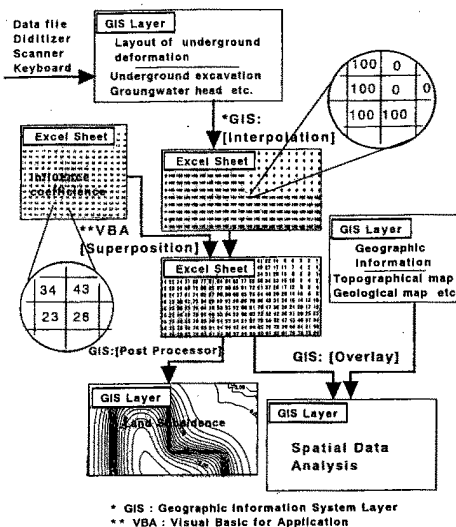


Fig.4 Flowchart of new Influence function method combined GIS with Excel/VBA.

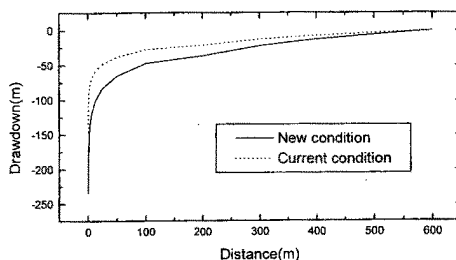


Fig.5 Simulated water head distribution.

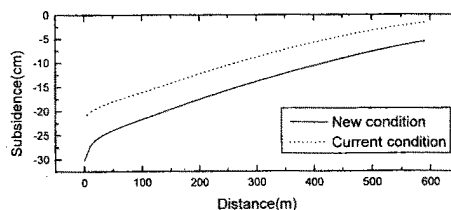


Fig.6 Simulated land subsidence.

参考文献

- 1) 江崎哲郎他：平成 9 年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集, pp. 642-643, 1998.
- 2) Esaki, T. et al.: Proc. 4th int. symp. land subsidence, 109-118, 1991.
- 3) Kono, I. et al.: Internal report of Okayama university, Report no.82-1, 1979.