

# Barometric Efficiency (B.E) 계산결과에 의한 대구지역 대수층(帶水層) 특성연구

## Barometric Efficiency study for the aquifer characteristics of Taegu region

성 익 환 (Sung, Ig Hwan)

한국자원연구소 수문지질연구그룹

### 요약/Abstract

피압대수층에 있어서 피압층을 관통하는 시추공에는 대기압의 변화에 따라 수위변화가 이루어지며, 그들의 관계는 대기압이 상승하면 수위는 하강하고, 대기압이 하강하면 수위는 상승하는 반비례의 관계를 갖는다. 이러한 대기압의 압력변화를 수위로 환산한 후 수위변화량과 기압변화량과의 비율을 대기압효율(Barometric Efficiency)이라 한다.

본역 경상계 퇴적층에 있어 주 대수층은 파쇄대, 질리면, 층리면과 지역적으로 분포하는 marl층내에 분포하는 용해공극 등에 의해 이루어진다. 본역내 대기압 효율의 분포는 8-90%로서 지역적 특성에 따라 Confined, Unconfined, Semi-Confined Aquifer가 분포함을 알 수 있다. 대기압효율(B.E)은 저류계수(S)와 반비례함으로 양수시험 이전의 대수층 특성파악을 위한 경제적인 방법이기도 하다.

Change in atmospheric pressure produce sizable fluctuations in wells penetrating confined aquifers. The relationship is inverse; that is, increases in atmospheric pressure produce decreases in water levels, and conversely. When atmospheric pressure changes are expressed in terms of a column of water, the ratio of water level change to pressure change expresses the barometric efficiency of an aquifer.

In the study area, aquifers are developed in the fractures, joints, bedding planes and occasionally in solution cavities of marl interbeds. The barometric efficiency of the aquifer varies from 8 to 90%, indicating that Confined, Unconfined and Semi-Confined conditions exist locally.

The barometric efficiency is characteristic of the aquifer itself and observed in the field is inversely proportional to specific storage or the storage coefficient. It is remained in question to derive the relationship between B.E. and S.

### 자유면, 피압면, 반피압면 대수층의 정의

피압수위면에 작용하는 대기압은 압력균형요소로 작용하면서, 대수층의 특성에 따라 3가지 형태를 갖는다.

- 자유면 대수층(Unconfined Aquifer)인 경우
- 피압면 대수층 (Confined Aquifer)인 경우
- 반피압면 대수층(Semi-Confined Aquifer)인 경우

### 자유면 대수층 (Unconfined Aquifer)

이상적인 자유면 대수층인 경우, 지하수위면과 자유면 대수층 표면위에 작용하는 대기압은 같은 값을 가지며, 이들 변화량 효율은 구성 지각자체의 압축성과 물 자체의 압축성은 흔히 무시할 만큼 적다.

### 피압면 대수층 (Confined Aquifer)

이상적인 피압면 대수층인 경우 불투수성인 피압층에 의해 압력은 심부 지하수와 피압수위면상에 각각 미친다. 압력의 변화는 심부지하수와 피압수위면위에 작용하면서 이들 수위면 사이의 위치 변화에 따라 달라진다. 여기서 구성 지각 자체의 압축성은 흔히 무시되므로 이 두 수위변화량비가 압력효율로서 나타난다.

### 반 피압면 대수층 (Semi Confined Aquifer)

대수층에 있어서 피압층이 덜 피압되거나, 반 피압상태일때 대수층은 중간상태의 대수층 특성을 나타낸다. 초기에는 대기압이 대수층을 압축시킬 만큼의 압력이 증가( $\Delta Pa$ )하면 공극율( $\Delta n_f$ )는 감소하고, 물 자체의 압력이 증가하여, 그 체적이 줄어들어 수위( $\Delta h$ )는 하강한다.

이어서 공기압이 반 불투수층을 통과하여 더이상 피스톤 역할을 할 수 없어지면, 대수층내 기압은 대기압과 같은 수준에 이른다. 이 경우 대수층은 더이상 압축을 받지 않게되고 (cf. 자유면 대수층) 압축력  $\Delta C \rightarrow 0$  가 되고,  $\Delta n_f \rightarrow 0$ 가 된다. 결국 야외에서 모든 대수층은 위 세 가지 조건안에 포함된다. 사실 Unconfined, Confined, Semi-Confined 대수층들 사이에 이론적인 개념과 그 구분에 있어 정

량적인 개념 그리고 그 피압정도등으로 구분해보면 이상적인 자유면 대수층은 자연상태에서 존재하지 않는다. 통상적으로 말하는 자유면 대수층은 피압정도가 아주 미약하지만, 수위가 깊어짐에 따라 피압면 대수층의 특성을 나타낸다. 그러나 피압면 대수층의 경우 피압수위에 작용하는 대기압의 반사변화는 무시할 수가 없다.

### 피압수위에 작용하는 대기압의 변화 영향

시추공내 피압수위에 작용하는 대기압의 변화는 수리역학적 요소를 평가하기 위한 간편한 방법중의 하나이다. 본 연구는 저류계수(S)를 평가하기 위해 사용중인 여러가지 공식이 실제적 측면에서 합리적인가를 알기위한 것이며, 반피압대수층과 피압대수층을 구분하기 위한 간편한 방법이다.

Jacob는 일찌기 대기압 변화영향에 관해 정립한 바 있는데, 이는 대기압효율 (Barometric Efficiency)과 피압대수층내 저류계수(S)이다. 대기압효율 (B.E.)은 수위로 표현된 대기압의 변화량  $\Delta Pa$ 에 상응된 시추공내 피압수위 변화량  $\Delta h$ 와의 비를 백분율 (%)로 표시한 것이다.

$$B.E. = \frac{\Delta h}{\Delta Pa} (\%)$$

### 조사지역내 대기압효율 (Barometric Efficiency)계산

#### Graphic method에 의한 대기압 효율 계산 (by M. Besbes, 1968)

맨먼저 같은 scale로 대기압 변화량과 수위(수심)의 변화량을 각각 Y축에 놓고, X축상에는 매시간마다 측정할 수

위 변화 ( $\Delta h$ )와 대기압 변화 ( $\Delta P$ ) 상태를 도면위에 plot한 후, 평균점을 연결하여 부드러운 곡선을 만든다. 이때 가끔 교란된 자료가 있을시 이는 격리시킨다. 이들 격리된 점들은 그래프상 부드러운 곡선으로 연결된 평균값과의 편차를 알아볼 수 있다.

결론적으로 통계처리방법에 의한 평균값을 얻은 후 계산된 기압효율(B.E.)은  $\Delta h$ 와  $\Delta Pa$  두 곡선상에서 쉽게 얻을수 있다. 본역내 8개 지점 시추공에서 얻은 자료들을 graphic method에 의해 계산한 결과는 Table 1과 같으며, 실제예로 PSE-20 시추공의 경우 두 그래프는 Fig.1과 같다.

해서만 변화한다면, 시추공내 기압효율은 수위변화와 대기압 변화 그래프에 의해 쉽게 구해질 수 있다.

직각좌표상에서 단위 수위변화의 누적값( $\Sigma \Delta h$ )을 Y축으로 하고, 단위 대기압 변화의 누적값( $\Sigma \Delta Pa$ )을 X축으로 하였을때, 분포점 상에 직선을 긋고 그 직선의 기울기를 백분율로 나타낸것이 B.E.값이 된다. 만약 다른 외적영향에 의해 수위변화가 있을때 영향을 받은 만큼의 변화 증가량은 다른 요인으로 작용된다. 이 요인들을 제거하기 위해 다음 세가지 계산방법에 의해 외적영향에 의한 수위변화 요인들을 제거한다.

**대기압 효율 계산(by William E. Clark, 1967)**

1) 만약  $\Delta Pa$ 가 0에 가깝거나 0일 때, 이에 수반된  $\Sigma \Delta h \rightarrow 0$

만약 수위변화가 대기압변화에 의

2) 만약  $\Delta h$ 와  $\Delta Pa$ 가 같은 기호를 가질

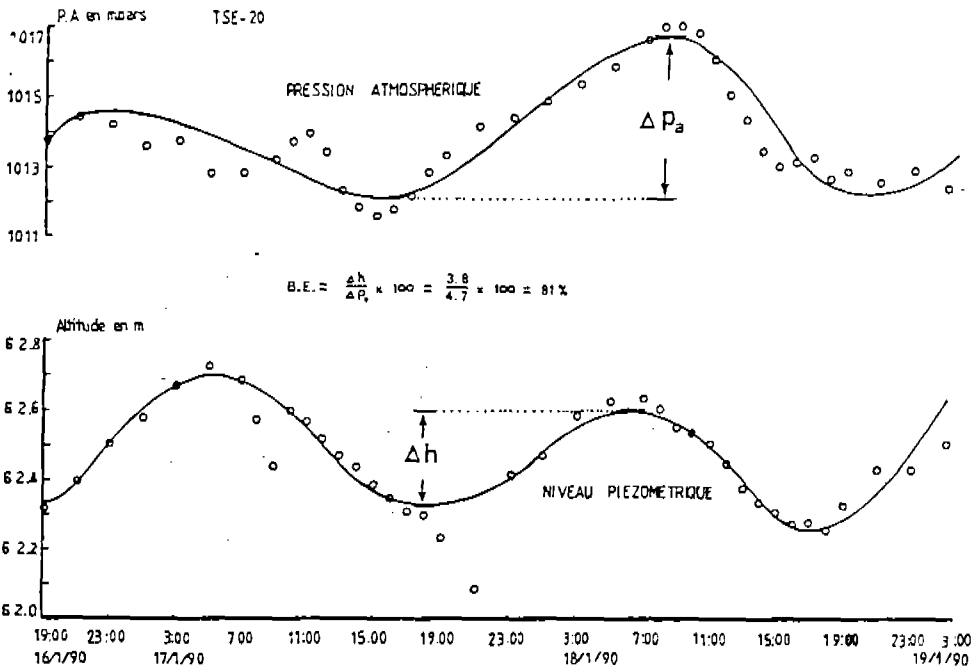


Fig.1 Calculated the Barometric Efficiency (B.E.) by the graphic method (by Mr. Besbes, 1968)

Table 1 Results of the Barometric Efficiency calculations

Wells No.	TSE-20	TWK-6 (TWE-14)	TEK-4 (TEC-26)	TCE-3	TNK-2	TUE-22	TWE-36	TSE-5
B.E. %	81	73	65	60	43	34	27	8

때,  $\Delta h$ 를 누적 계산하여  $\Sigma \Delta h$ 를 얻는다.

3) 만약  $\Delta h$ 와  $\Delta Pa$ 의 기호가 다를 때,  $\Delta h$ 의 값만큼을 빼서  $\Sigma \Delta h$ 를 얻는다.

앞에서와 같이 수위가 증가하면  $\Delta h$  값의 기호는 +가 되고, 기압이 감소하면  $\Delta Pa$  값의 기호는 -가 된다. 상기 계산방법을 본 조사지역내 분포하는 15개 지점 시추공을 대상으로 하여 적용 계산 하였다(Table 2).

수위측정시간은 1-2시간 간격으로 하였으며  $\Delta h$ 와  $\Delta Pa$  변화는 시추공 TSE-20의 경우 Table 2에 수록되어 있으며 매 시간 증가에 따른  $\Sigma \Delta h$ 와  $\Sigma \Delta Pa$  값은 Fig.2에서와 같이 정현곡선을 이룬다. 각 점들의 중간값을 갖는 직선을 그어서 그 직선의 기울기를 백분율로 나타낸값이 B.E.값이 된다. TSE-20 시추공의 경우, 계산된 기압효율은 88%로서 Confined aquifer의 특성을 갖는다.

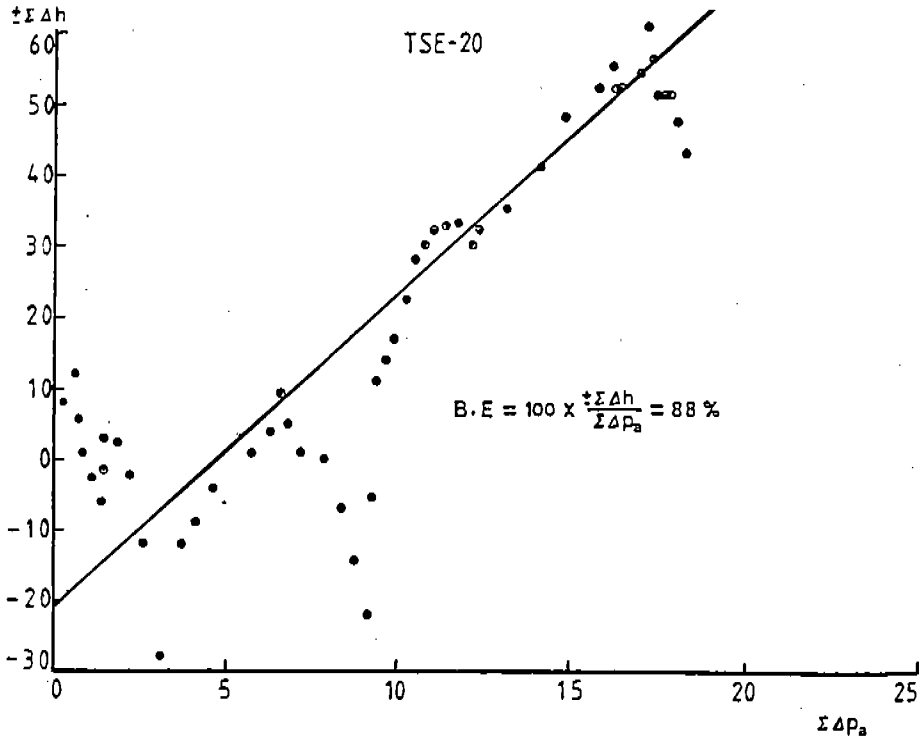


Fig.2 Calculated Barometric Efficiency (B.E.) by William E. Clark method

Table 2 Example of the Barometric Efficiency

Time	Confined water level			Atmospheric pressure			Time	Confined water level			Atmospheric pressure		
	*h (m)	Δh (m)	Σ Δh (m)	**Pa (mb)	ΔPa (mb)	ΣΔPa (mb)		*h (m)	Δh (m)	Σ Δh (m)	**Pa (mb)	ΔPa (mb)	ΣΔPa (mb)
19:00	62.32	.	.	1013.8	.	.	23:00	62.41	+33	+9	1014.3	+0.2	9.5
21:00	62.40	+8	+8	1014.4	+0.6	0.6	1990 Jan.18 01:00	62.47	+6	+15	1014.8	+0.5	10.0
23:00	62.51	+11	-3	1014.2	-0.2	0.8	03:00	62.58	+11	+26	1015.3	+0.5	10.5
1990 Jan.17. 01:00	62.58	+7	-10	1013.6	-0.6	1.4	05:00	62.62	+4	+30	1015.8	+0.5	11.0
03:00	62.67	+9	-1	1013.7	+0.1	1.5	07:00	62.63	+1	+31	1016.5	+0.7	11.7
05:00	62.72	+5	-6	1012.8	-0.9	2.4	08:00	62.60	-3	+28	1016.9	+0.4	12.1
07:00	62.68	-4	-6	1012.8	0	2.4	09:00	62.55	-5	+28	1016.9	0	12.1
08:00	62.58	-10	-16	1013.2	+0.4	2.8	10:00	62.53	-2	+30	1016.7	-0.2	12.3
09:00	62.44	-14	-30	1013.7	+0.5	3.3	11:00	62.50	-3	+33	1015.9	-0.8	13.1
10:00	62.60	+16	-14	1014.3	+0.6	3.9	12:00	62.44	-6	+39	1014.9	-1.0	14.1
11:00	62.57	-3	-11	1013.9	-0.4	4.3	13:00	62.37	-7	+46	1014.2	-0.7	14.8
12:00	62.52	-5	-6	1013.4	-0.5	4.8	14:00	62.33	-4	+50	1013.3	-0.9	15.7
13:00	62.47	-5	-1	1012.3	-1.1	5.9	15:00	62.30	-3	+53	1012.9	-0.4	16.1
14:00	62.44	-3	+2	1011.8	-0.5	6.4	16:00	62.27	-3	+50	1013.0	+0.1	16.2
15:00	62.39	-5	+7	1011.5	-0.3	6.7	17:00	62.27	0	+50	1013.1	+0.1	16.3
16:00	62.35	-4	+3	1011.7	+0.2	6.9	18:00	62.25	-2	+52	1012.5	-0.6	16.9
17:00	62.31	-4	-1	1012.1	+0.4	7.3	19:00	62.32	+7	+59	1012.7	+0.2	17.1
18:00	62.30	-1	-2	1012.8	+0.7	8.0	21:00	62.42	+10	+49	1012.4	-0.3	17.4
19:00	62.23	-7	-9	1013.3	+0.5	8.5	23:00	62.42	0	+49	1012.7	+0.3	17.7
21:00	62.08	-15	-24	1014.1	+0.8	9.3	1990 Jan.19. 01:00	62.49	+7	+42	1012.2	-0.5	18.2

\* h : Measured level of confined water(m)

\*\*Pa: Measured atmospheric pressure(mb)

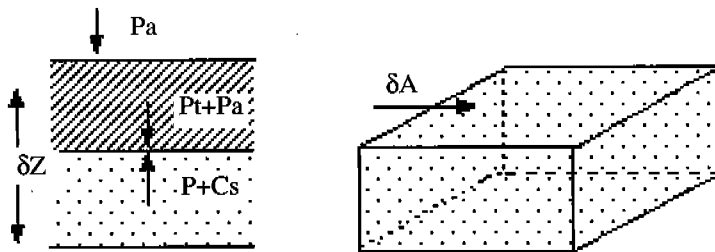


Fig.3 Pressure equilibration of confined layer with aquifer

Table 3 Calculated Barometric Efficiency(B.E.) by the two different methods

Borehole No.	B.E.(%) by M. Besbes	B.E.(%) by W E. Clark	Average (%)	Aquifer type
TWK-6 (TWE-14)	80	73	77	Confined
TSC-5	15	8	11	Unconfined
TUE-22	37	34	36	Semiconfined
TWE-36	12	27	20	Semiconfined
TNK-2	44	43	44	Semiconfined
TSE-20	88	81	85	Confined
TCE-3	60	60	60	Semiconfined
TEK-4 (TEC-26)	66	65	66	Semiconfined
TCC-6	13		13	Unconfined
TWE-6	8		8	Unconfined
TNE-18	45		45	Semiconfined
TNE-16	61		61	Semiconfined
TWE-91	57		57	Semiconfined
TWE-67	69		69	Semiconfined
TWE-26	52		52	Semiconfined

Table 3은 두가지 방법에 의해 계산된 B.E. 값과 이 두가지 값의 평균값을 얻고 이에 따른 대수층 구분을 한 것이다.

### 저류계수 (S) 산출

#### 저류계수 (S)의 정의

Meinzer는 피압면 대수층에서 양수를 진행할시 수면 위에 Compressibility가 작용하면 대수층 자체 내에도 Compressibility가 반응함을 처음으로 창안했다. Theis는 이를 발전시켜 저류계수(S)의 정의에 도입하여 보다 구체화 하였고, Jacob는 이 저류계수(S)를 이론적으로 분석 표현하였으며, Hantush와 De Wiest에 의해 이상적으로 피압면대수층인 경우 Compressibility(압축성)의 정의가 저류계수(S)로 표현하기에 이르렀다.

Fig.3에서 보는바와 같이 간략하게 Hantush 이론을 설명할 것 같으면, 피압층과 단면적  $\delta A$ 와 높이  $\delta Z$ (대수층 두께)를 갖는 단위 면적  $\delta V$ 에 작용되는 Compressibility에 관한 가정은, 대기압(Pa)직하에 작용하는 피압층의 무게(Pt), 수압(P), 대수층 골격내 작용하는 압축응력(Cs) 사이에는 서로 평형을 이룬다. 여기서, 만약 Pa가 Constant라 하면:

$$P + Cs = Ct \quad \text{---(1)}$$

이를 미분하면

$$-dP = dCs \quad \text{---(2)}$$

피압면 상부에 수직으로 작용하는 압력에 대해, 본질적으로  $\delta V$ 의 변형은 수직적이며, 이 변형은  $\delta Z$ 와 공극율( $n_f$ )의 변형결과에 의한것이다. YOUNG modulus 정의에 의한 수직적 변형은:

$$\frac{d(\delta z)}{\delta z} = -\sigma \cdot dC_s = \sigma \cdot dp$$

$\sigma$ 는 고형체 (Solid) 에 수직적으로 작용하는 Compressibility 혹은 탄성율의 역수이다.

$\delta V$ 에 있어서 Solid의 체적변화는:

$$\begin{aligned} \delta V_s &= (1-n_f) \delta V = (1-n_f) \delta A \cdot \delta Z \\ &= \text{Constant}, \end{aligned}$$

이 경우 입자자체의 Compressibility 는 무시한다.

$\delta A = \text{Constant}$  일때 :

$$\frac{d(\delta V \cdot S)}{\delta A} = (1-n_f) \cdot d(\delta Z) - \delta Z \cdot dn_f = 0 \quad \text{---(3)}$$

식 3을 유도하면,

$$dn_f = (1-n_f) dP \quad \text{---(4)}$$

Young modulus 정의에 의해, 물의 density  $\rho$ 의 변화는:

$$d.e = \beta \cdot \rho_0 \cdot dP \quad \text{---(5)}$$

여기서

$\beta$ : 물의 압축성 혹은

탄성율의 역수

$\rho_0$ : 대기압에 대한 density

단위면적  $\delta V$ 내 물부피  $\delta V_w$ 의 총량  $\delta M$ 은:

$$\delta M = \rho \cdot \delta V = \rho \cdot n_f \cdot \delta Z \cdot \delta A$$

여기서,  $\delta V$ 는  $\rho, n_f, \delta Z$  ( $\delta A: \text{Constant}$ ) 등에 의해 지배를 받는다.

이를 미분하면 :

$$\frac{d(\delta M)}{\delta V} = n_f \cdot d\rho + \rho \cdot dn_f + \rho \cdot n_f \frac{d(\delta Z)}{\delta Z}$$

식 (2), (3), (4)를 요약하면 :

$$\frac{d(\delta M)}{\delta V} = (n_f \cdot \beta \cdot \rho_0 + \sigma \cdot \rho) dp$$

만약  $\rho$  와  $\rho_0$  를 합한 총 단위체적 (저류된 물)에 대한 물의 체적 변화량은:

$$\frac{d(\delta M)}{\rho \delta V} = \frac{d(\delta V)}{\delta V} = (n_f \cdot \beta + \sigma) dp \quad \text{--- (6)}$$

한편, 한점 ( $z+f$ ) 상에 미치는 hydraulic은:

$$\phi(x, y, z, t) = \frac{P}{\gamma} + z + f \quad \text{--- (a)}$$

여기서

$\gamma$ : 물의 비중

$x, y, z$ : 장방형의 좌표

$f$ : 임의로 선택한

면 ( $x, y$ )의 높이

$t$ : 임의의 기준시간으

로부터 관측시간

만약 어떤 element 체적  $\delta V$ 의 표면적에 작용하는 수압에 대해 고려해보면, (a)식의 미분으로 부터 얻어지는데 :

$$dP = \gamma \cdot d\phi$$

그리고 식 (6)에 대입하면:

$$\frac{d(\delta V_w)}{\delta V} = (n_f \cdot \beta \cdot \sigma) \cdot \gamma \cdot d\phi = S_s \cdot d\phi \quad \text{---(7)}$$

$$\text{여기서 } S_s = \gamma \cdot n_f \cdot \beta + \sigma \cdot \gamma \quad \text{---(8)}$$

차원 L-1인 계수  $S_s$ 는 대수층에 있어서 저류계수라 한다. 이는 초기 저류된 물이 대수층의 단위면적내 작용하는 단위 압력에 의해 산출된다. 이 유출량은 물의 팽창(식8의  $\gamma \cdot n_f \cdot \beta$ )과 대수층의 압축( $\gamma \cdot \sigma$ )에 의한 것이다. 저류계수 "S"는 단위 수두를 가지는 대수층에서 단위 체적을 통하여 대수층내로 유입 및 대수층으로 부터 외부로 배출되는 지하수량을 소수점 및 백분율로 표시한 것이다.

피압면 대수층에 있어서, 저류된 물이나 배출되는 물은 모두 물과 대수층의 압축성에 기인된다. 만약 대수층의 두께가 "b"라 하면 저류계수(S)는 다음과 같다.

$$S = S_s \cdot b$$

### 대기압효율 (Barometric Efficiency: B.E.)

대기압효율은 피압면 대수층에 있어서 정호내 피압수위 변화와 대기압 변화를 수위로 표시한것으로

$$\Delta \left( \frac{Pa}{\gamma} \right) \text{에 서로 상응한다.}$$

$Pa$  변화는 식(1)에 의해

$$P + C_s = Pa + \text{Constant}$$

여기서

$$dP - dPa = dC_s$$

피압면 대수층내 위치하는 정호 수위면에 미치는 대기압과 수압은 대수층내 Hydrostatic press에 의해 서로 평형을 이룬다.

정호내 피압수위의 변화는

$$\gamma \cdot dh = dP - dPa$$

여기서

$$B \cdot E = \frac{\gamma \cdot dh}{dP_s} = -\frac{dC_s}{dP + dC_s} = -\frac{1}{1 + \frac{dP}{dC_s}}$$

암석입자들은 비압축성이란 가정하에, 체적의 변화  $\delta V$ 는 물의 체적 변화  $\delta V_w$ 와 일치한다.

$$d(\delta V) = d(\delta V_w)$$

이는 다시

$$\delta V_w = n_f \cdot \delta V, \text{ 그 결과}$$

$$\frac{d(\delta V_w)}{\delta V_w} = \frac{d(\delta V)}{n_f \cdot \delta V}$$

Young의 탄성율을 사용하면,

$$\frac{d(\delta V_w)}{\delta V_w} = -\beta \cdot dP \text{ 와}$$

$$\frac{d(\delta V)}{\delta V} = -\sigma \cdot dC_s \text{ 가 된다.}$$

여기서

$$\frac{dP}{dC_s} = \frac{\sigma}{n_f \cdot \beta}$$

이를 대기압 효율(B.E.)로 표시하면,

$$B \cdot E = -\frac{1}{1 + \frac{\sigma}{n_f \cdot \beta}}$$

(-)표시는  $Pa$ 의 증가에 따른 수위의 하강을 나타낸 것이다.

식(8)과 저류계수(S) 정의에 의해

$$S = \frac{\gamma \cdot n_f \cdot \beta \cdot b}{B \cdot E} \quad \text{---(9)}$$



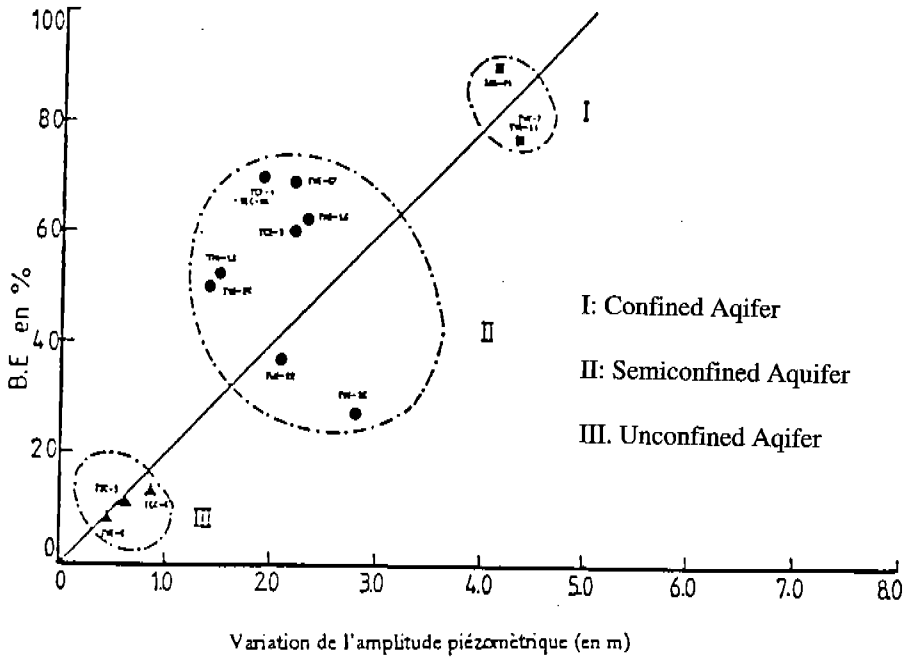


Fig.4 Correlation of B.E. and Amplitude Variation of groundwater tables.

여기서 식 (9)를 조사대상지역내 TNK-2 시추공에 적용 다음과 같은 계산 결과를 얻었다.

- 시추공: TNK-2
- B.E. : 44% (M. Besbes 및 William E. Clark 계산방법에 의해 산출한 평균값)
- 대수층두께 (b) : 728m

여기서,  $b = T/K$   
 $= 5.1 \times 10^{-4} \text{m}^2/\text{s}$   
 $7.0 \times 10^{-7} \text{m/s}$   
 K: 수압시험결과에 의해 산출된 값  
 T: 양수시험결과에 의해 산출된 값  
 - 공극율 ( $n_f$ ): 0.53% (수압시험 결과 산출된 질리폭( $\delta$ ))

에 의해 계산된 유효 공극율)

Table 4 Compared with each storage coefficient(S) by the result of pumping test and Barometric Efficiency(B.E.)

Borehole No.	B.E. (%)	S1	S2
TNK-2 TNK-3	44	$8.1 \times 10^{-5}$	$4.4 \times 10^{-5}$
TEK-4 TEK-5	66	$2.9 \times 10^{-4}$	$4.2 \times 10^{-5}$
TWK-6 TWK-7	77	$1.9 \times 10^{-4}$	$7.0 \times 10^{-5}$

\* S1: Storage coefficient by the result of pumping test  
 S2: Storage coefficient by the result of B.E.

결국, 상기 parameter들에 의한 저류

계수(S)의 계산은:

$$S = \frac{1000 \text{Kg} / \text{m}^3 \times 0.0053 \times 10^{-9} \text{m}^2 / \text{Kg} \times 728 \text{m}}{0.44}$$

$$= 4.4 \times 10^{-5}$$

시추공 TNK-2와 같은 실패의 경우, 상기 이론식에 의해 계산된 저류계수(S):  $8.1 \times 10^{-5}$ 는 양수시험결과에서 얻어진 저류

계수(S):  $4.4 \times 10^{-5}$ 와 거의 비슷한 결과를 얻을 수 있음을 알 수 있다.

Table 4는 각 시추공에 있어서 B.E. 값과 이론식에 의해 계산된 S값과 양수시험에서 얻어진 S값과의 비교함에 있어서 서로 비슷한 값의 저류계수(S)를 얻을 수 있음을 볼 수 있다. 여기서 대기압효율(B.E.) 값을 이용한 저류계수(S) 산출법은 양수시험 이전의 대수층 특성을 미리 파악할 수 있는 경제적인 조사방법임을 알 수 있다.

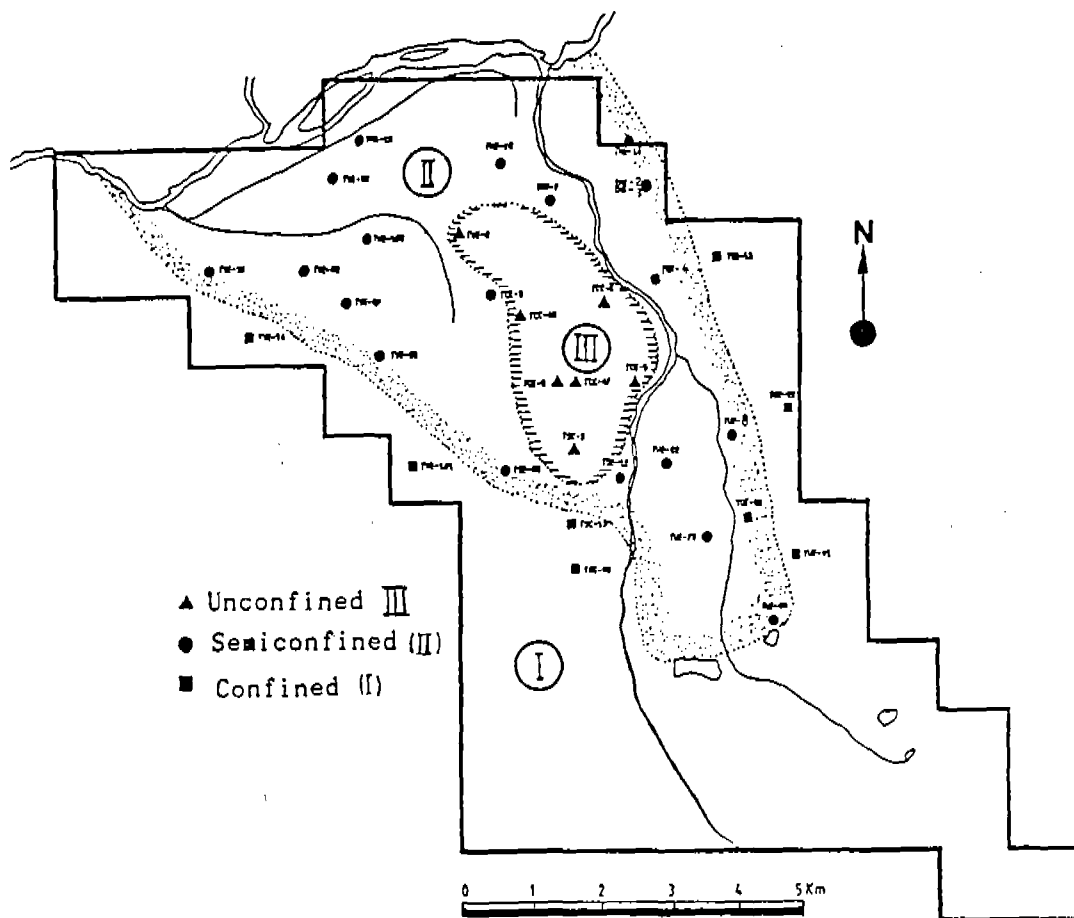


Fig.5 Distribution of the each different aquifers in the study area (Unconfined, Confined, Semiconfined aquifers)

## 대기압효율 (B.E.) 과 지하수위의 Amplitude Variation (A.V.)

Fig.4에서 보는 바와 같이 지하수위의 Amplitude Variation과 대기압효율(B.E.)과는 서로 상관관계를 잘 보여주고 있으며, 상기 그래프 역시 각각 3개의 Group으로 구분됨을 볼 수 있으며, 각 Group의 특징은 다음과 같다.

Group I: 높은 B.E.값 (70-90%)을 가지며 높은 지하수위의 Variation Amplitude(4-6m)를 보이면서 피압면 대수층의 특성을 잘 나타내 준다.

Group II: 중간값의 B.E. 값 (25-60%)을 가지며 Amplitude Variation(A.V)은 1.5-2.5 m 사이를 보이면서 반피압대수층의 특성을 잘 나타내 준다.

Group III: 낮은값의 B.E.값 (5-25%)을 가지며 A.V.은 0.5-1.0 m 사이의 자유면 대수층의 특성을 잘 나타내 준다.

## 결언

Fig.5에서 보는 바와 같이 본역내 분포하는 각기 다른 대수층의 분포(자유면, 피압면, 반피압면 대수층)는 지질분포, 층적분포와 지형적인 특징과 서로 연관됨을 볼 수 있으며, 일반적으로 자유면 대수층은 층적층 분포지와 일치하면서 하천수 공급이 항상 이루어짐을 볼 수 있고, 피압면 대수층은 보다 높은 고도에 위치하고 있으며, 자유면 대수층과 피압면 대수층 분포 사이에는 반피압면 대수

층이 분포하면서 구조선과 파쇄대의 분포지와 부분적으로 일치됨을 보여주는데, 이는 피압면으로 역할할 층들이 파쇄현상으로 인하여 피압역할을 충분히 할 수 없음을 알 수 있다.

## 참고문헌

- Berkaloff, E., Bourgeois, M., Forkasiewicz, J. et Margat, J., 1961. Intérêt de l'étude de l'influence des variations de pression atmosphérique sur les surfaces piézométriques des nappes, Rapport. B.R.G.M., DS. 65. A 61. pp.1-6
- Besbes, M., 1968. L'effet barométrique dans les puits en relation avec le coefficient d'emmagasinement et l'étanchéité du toit des nappes captives. Rapport B.R.G.M SGL 190 HYD. pp.1-37.
- Clark, W.E., 1967. Computing the barometric efficiency of a well, J. Hydraulics Division, pp. 93-99.
- Gilliland, J.A., 1969. A rigid plate model the barometric effect. Jour. Hydrology, vol 7, pp. 233-245.
- Halek, V., Svec. Jan., 1979. Ground water hydraulics, Elsevier scientific publishing company. p. 620.
- Kim. Y. K., Sung I.H., 1986. The flow of ground water in granite gneisses of the Buku area. J. Geological society of Korea, vol. 22. N 1, pp. 87-100.
- Koo, S. B., 1983. Physical properties of sandstones of the GyeongSang supergroup. Theses of the Graduate School of Kyungpook National University.
- Lewis, D.C. and Burg, R.H., 1964. Hydraulics characteristics of fractured and jointed rock,

- J. Ground water vol. No 3, pp. 4-9.
- Norum, D.I., and J.N. Luthin., 1968. The effects of entrapped air and barometric fluctuations in the drainage of porous mediums, Water Resources Research, vol. 4, pp. 417-424.
- Peck, A.J., 1960. The water table as affected by atmospheric pressure, J. Geophysical research, vol. 65, pp. 2383-2388.
- McWhorter, D.B., Sunada, D.K., 1984. Groundwater hydrology and hydraulics. Water Resources Publication. pp.1-290.
- Sung, I.H., 1986. Hydrogeological study of the Taegu area. Rapport, K.I.E.R. 86-2-8, pp. 161-252.
- Tuinzaad, H., 1954. Influence of the atmospheric pressure on the head of artesian water and phreatic water. A.I.H.S. Ass. Génér. Rome, pp.32-37.
- Turk, L.J., 1975. Diurnal fluctuations of water tables induced by atmospheric pressure changes, J. Hydrology, vol. 26, pp. 1-16.