

제 37 회 전국과학전람회

물 리

鮑石亭의 構造的 특징과 水流의
神秘에 관한 研究

경북 경주군 안강 제일국민학교
교 사 이 상 택
경북 경주시 월성국민학교
교 사 이 태 열

<제 목 차 례>

I. 연구 동기 및 목적	1
II. 연구 내용	1
III. 연구 방법 및 결과	1
1. 鮑石亭에 관한 선행 연구 고찰	1
2. 鮑石亭의 구조적 특징 분석	3
3. 유입 수량과 水流의 관계 조사	7
4. 制水門 높이와 水流의 관계 조사	12
5. 수로의 조건과 水流의 관계 조사	14
6. 浮游體(蠶)의 형태별 이동 조사	19
IV. 결론	20

I. 연구 동기 및 목적

新羅시대의 조상들이 流觴曲水 하던 鮑石亭의 평면적 구조를 分析하고 모델실험을 통하여 水流 변화에 미치는 영향을 알아봄으로써 鮑石亭의 기능을 복원시키는데 필요한 자료를 제공하고자 한다.

II. 연구 내용

1. 鮑石亭에 관한 선행 연구 고찰
2. 鮑石亭의 구조적 특성 분석
3. 유입 수량과 水流의 관계 조사
4. 制水門 높이와 水流의 관계 조사
5. 수로의 조건과 水流의 관계 조사
6. 浮遊體(盞)의 형태별 이동 조사

III. 연구 방법 및 결과

1. 鮑石亭에 관한 선행 연구 고찰

가. 선행 연구물 조사

(1) 선행 연구물 종류

- * 홍사준, 경주 鮑石亭의 명칭과 실물, 考古美術, 1976, pp 129-130
- * 윤국병, 경주 鮑石亭에 관한 연구, 한국정원학회지, 1983. 5, pp 1-13

(2) 선행 연구 내용의 요약

저자	연구내용
홍사준	<p>*鮑石亭의 축조 연대를 憲康王 대로 추정</p> <p>*신라왕의 별관으로 유상곡수하던 遊宴場의 기능이었음을 추정</p> <p>*鮑石亭 수로 석조물의 이탈과 일상시일부 이탈 부분의 단순 조립식 복원 결과에 대한 문제점 指摘</p> <p>*鮑石亭의 구조와 치수를 측정한 결과 평지에 수로를 설계한 것으로 추정</p> <p>*물턱(遮水器)이 있었을 가능성을 추정</p> <p>*石渠兩岸(石壁)의 치석이 거친 정도는 의식적으로 거칠게 했을 가능성이 있다고 지적</p> <p>*鮑石亭의 외형은 男女根 崇信 풍속에 다른 설계이라고 함</p>
윤국병	<p>*鮑石亭의 기원에 관한 연구가 주 내용임</p> <p>*鮑石亭은 중국 唐代에 비롯된 禊 형식의 유상곡수를 위해 설치하였을 것으로 추정</p> <p>*鮑石亭에는 정자 형태의 건물이 덮여 있었을 것으로 추정</p>

- ※ * 鮑石亭에 관한 선행 연구 탐색 과정에서 국립 경주 문화재연구소, 경북대학교 박물관 동국대학교 박물관, 한국교원대학, 경주향토사학가 등의 협조를 얻었으며 <新羅 研究 論著 目錄> (1988, 동국대 출판부 刊)에 收錄된 두 編의 선행연구를 찾을 수 있었다.
- * 그러나 두 편의 선행연구불 모두 鮑石亭의 곡래와 문화적 접근에 의한 내용이었으며 본 연구자들이 연구코자 하는 鮑石亭의 구조에 따른 水流의 변화 즉 鮑石亭의 과학적 기능에 대한 선행연구는 없었다.
- * 따라서 본 연구자들은 鮑石亭에 깃들여 있는 과학적 要素(유체역학적내용)를 규명해 보기 위해 홍사준의 연구 중 물턱(차수기)과 석벽의 거친 정도 石龜(돌 거북)의 吐水量 추정내용을 본 연구의 일부로 採擇키로 하였다.

나. 鮑石亭의 역사적 의의 조사

(1) 문헌에 나타난 鮑石亭의 기록

- ① 鮑石亭은 경북 경주시 拜理 남산성 밑에 위치한 사적 제 1호이다.
- ② 鮑石亭이 만들어진 시기는 확실하지 않으나 삼국유사와 화랑세기에 나타난 기록으로 미루어 통일신라시대에 만들어진 것으로 추정된다.
- ③ 현강왕 시대에 鮑石亭을 유상곡수 遊宴場으로 활용했다는 기록이 있음.

(2) 鮑石亭의 기능

- ① 鮑石亭은 신라 임금의 놀이터로 알려진 별관임
- ② 鮑石亭에서 500m 정도 떨어진 계곡에 있는 杯觴池에서 나무흙통을 따라

鮑石亭의 정수지 가까이 흘러 내려온 물이 다시 남성상징인 돌 거북의 복부를 통해 입으로 나와 여성 상징인 전복모양의 돌 홈(石渠)에 굽이쳐 흐를 때 그 위에 蠶을 띄워 시를 읊고 즐긴 풍류장이라고 전해짐

③ 전복 모양의 테두리인 石渠에 물이 굽이쳐 흐를 때 蠶을 띄워도 술잔이 石渠에 부딪힘이 없이 한 가운데로 흘렀다고 함

④ 石渠의 바깥쪽에 왕과 신하들이 앉고 가운데는 춤을 추는 무대로 활용하였다.

⑤ 현강왕 때 남산의 신이 나타난 왕의 눈에만 보이도록 춤을 추었는데 현강왕은 신하를 위해 시이 추었던 춤을 보여준 것이 御舞詳審舞로 鮑石亭에서 만 그 신이 나타나는 신성한 곳임

⑥ 유연장이라고 歪曲되어 전해지고 있으나 경주 지역의 사학가들은 呪術場 또는 남산신에게 祭祀를 지내는 신성한 장소이었다고 구전하고 있음

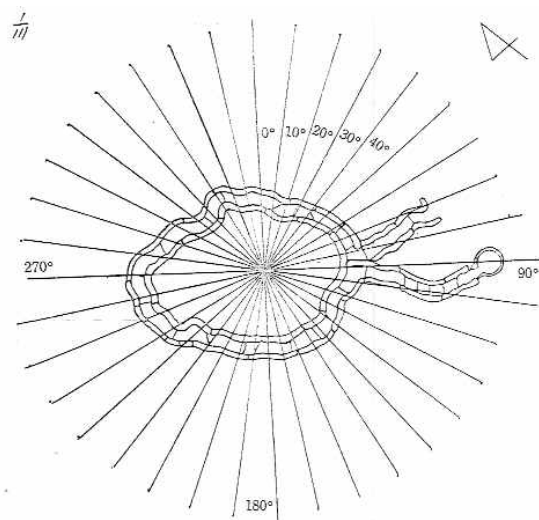
2. 鮑石亭의 구조적 특징 분석

본 연구자가 鮑石亭의 원형을 실측한 자료와 문화재 연구소에서 실측한 자료를 대조해 보고 鮑石亭의 구조적 특성을 분석하였다.

가. 鮑石亭의 실측 방법

(1) 鮑石亭의 정 중앙을 기점으로 하여 <그림1>과 같이 10도 간격으로 36개의 실을 설치한 후 각 부분별로 기점에서의 길이를 측정하였다.

(2) 실측한 자료를 토대로 축척이 1.5, 1/10인 축도를 그렸다.



<그림1> 鮑石亭의 구조 실측 방법

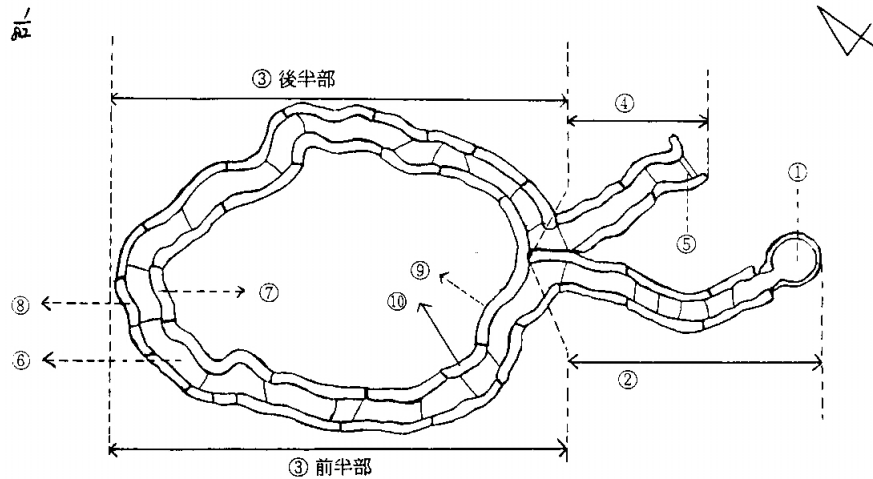
나. 鮑石亭의 구조적 특성

(1) 모양

(가) 鮑石亭의 수로의 전체적인 모양은 전복모양이다

(나) 본 수로의 입구에서 띄운 浮游體(蓋)가 水流를 따라 돌아 처음과 近似한 위치로 돌아 올 수 있도록 수로가 타원형으로 되어있다.

(다) 鮑石亭의 전체적인 모양과 각 부분별 명칭은 다음<그림2>와 같다.



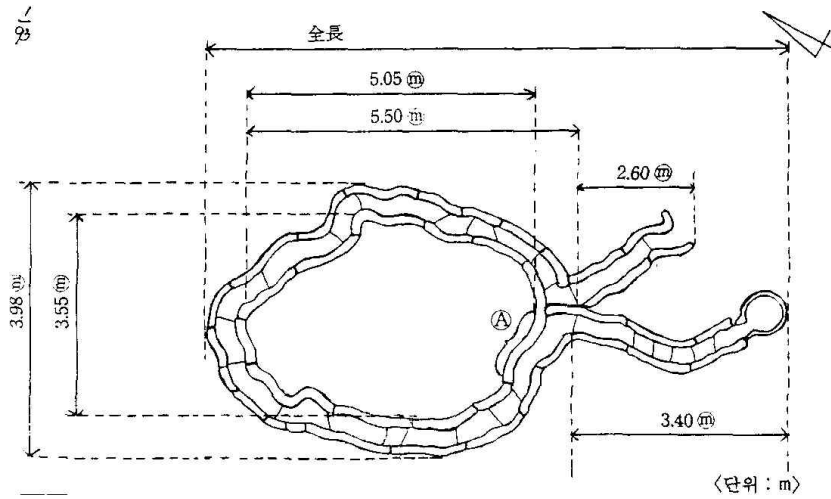
<그림 2> 鮑石亭의 전체적인 모양

*부분별 명칭

- ① 靜水池 : 杯觴池에서 흘러온 물(射流)을 陣靜시키는 곳
- ② 流入水路 : 정수지에 떨어진 물을 常流로 바꾸기 위한 수로
- ③ 본 수로 : 浮游體를 띄워 돌리는 수로
- ④ 유출 수로 : 본 수로를 이동한 물을 밖으로 내보내는 수로
- ⑤ 制水門 : 石渠의 수심을 조절하는 수문
- ⑥ 石渠 : 물이 쳐서 흘러가는 홈
- ⑦ 내벽 : 石渠를 이루는 안쪽 벽
- ⑧ 외벽 : 石渠를 이루는 바깥쪽 벽
- ⑨ 내곡 : 석벽이 안으로 굽는 곳
- ⑩ 외곡 : 석벽이 밖으로 굽는 곳

(2) 포석정의 구조

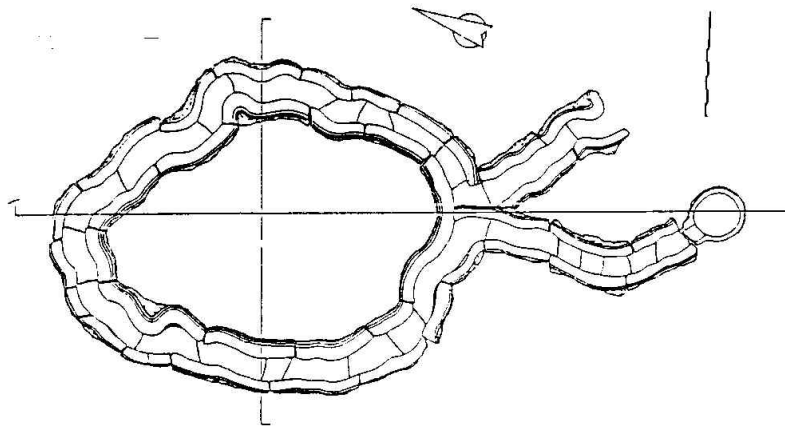
(가)평면도



<그림3> 본 연구자의 실측도

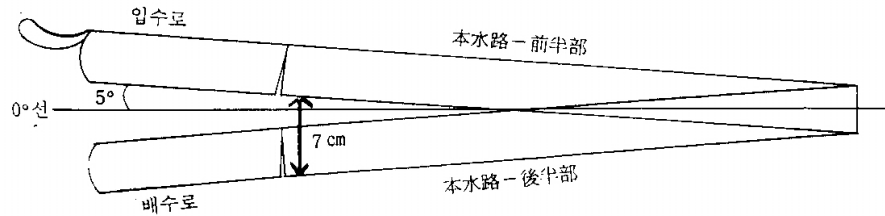
<A> 부분에서는 현재 바닥면이 시멘트로 보수되어 있으나 문화재 관리소서는 1개의 바닥돌로 그렸고 본 연구자는 바닥돌의 길이 비를 분석해 본 결과 2개일 것으로 추정하여 그렸다.

본 연구자의 실측 방법은 가운데 점을 기점으로 하여 10조 간격씩 선을 그어 각 지점별로 실측한 방사형 측정 방법이었고 문화재연구소에서는 정방형으로 그어 실측한 자료임



<그림4> 문화사 연구소의 실측도

(나) 측면도



<그림5> 현재 鮑石亭 측면도

- ※ * 위 그림에서와 같이 유입수로 부분은 경사가 5도로 기울어져 있었고 본 수도도 전 후반부의 양끝이 서로 7cm 로 높이가 어긋나 있다.
- * 원래부터 어긋나 있도록(즉 기울어져 있도록) 설치된 것인지 아니면 천여년 동안의 지표변동으로 인해 원형이 어그러져 있는 것인지 추정해 볼 필요가 있다.

(다) 부분별 사양

<포1> 鮑石亭의 부분별 사양

구분 \ 부분	㉠유입수로	㉡본 수도	㉢유출수로	전체수로(㉠+㉡+㉢)
수로의 길이	3.40m	16m	2.60cm	22m
石渠의 폭	평균 0.28m	평균 0.30m	평균 0.30m	평균 0.30m
石渠의 깊이	평균 0.28m	평균 0.30m	평균 0.30m	평균 0.30m

굴곡	외곡	2	15	3	20
	내곡	3	14	4	17
사용된 돌의 갯수	외벽	3	18	2	23
	내벽	3	12	2	17
	바닥면	6	19	2	27

* 본 연구자의 실측 자료와 문화재 연구소의 실측자료를 대비해 본 결과 외형상의 모양은 일치했으며 전장 전폭 石渠의 깊이에서 0.2cm 이내의 誤差가 있었음

(라) 정상적 흐름을 假想 컴퓨터 시뮬레이션 분석

鮑石亭의 石渠에 물이 정상적으로 흐를 때 띄운 물체가 한 가운데로 흐

를 것을 가상하고 물체가 움직이는 각 좌표값의 최대 변화 폭을 조사해 본 결과 다음과 같은 자료를 얻었다.

(3) 정상류에서 물체이동 좌표값

순서	X좌표	Y좌표	X증분	Y 증분
1)	65	165	0	0
2)	65	160	0	-5
3)	70	155	5	-5
4)	75	156	5	0
5)	80	160	5	5
6)	80	165	0	5
7)	75	170	-5	5
8)	70	165	-5	-5
9)	75	160	5	-5
10)	80	154	5	-6
11)	85	155	5	1
12)	90	152	5	-3
13)	95	150	5	-2
14)	100	145	5	-5
15)	106	144	6	-1

(完本 자료는 별첨 부록에 있음)

* 좌표값의 분석결과 변화폭이 최대 6을 넘지 않는 것으로 보아 水流에 급격한 변화를 미칠 屈曲을 피해서 구성한 것임을 알 수 있다.

다. 알게 된 점

(1) 鮑石亭은 40개의 측면 돌과 27개의 바닥돌로 구성된 전장 22m 石渠의 폭 3.98m 石渠의 길이 5.50m 인 석조물이다.

(2) 20개의 외곡과 17개의 내곡을 사용하여 굴곡 부분을 엇갈리게 하여 물의 흐름 방향과 유속을 변형시킴으로써 물체를 석벽에 부딪히지도 얻어지지도 않도록 구성하였다.

(3) 石渠의 중앙을 통과하는 물체의 좌표값이 6이 넘지 않도록 한 것으로 보아 여성 상징인 전복 모양의 평면적 구조를 마치 전제로 하되 급격한 변화를 줄이기 위해 세밀한 굴곡을 반복 사용한 것임을 알 수 있다.

3. 유입 수량과 水流의 관계 조사

가. 방법

(1) 막형제작

(가) 실측 자료를 토대로 하여 합성고무로 축적 1/5, 1/10인 모형을 제작하였다.

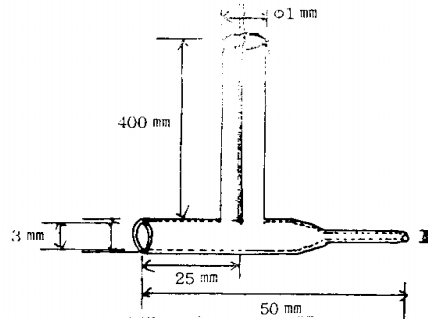
(나) 유입수는 수중 펌프(140ml/sec)를 설치하여 공급하였다.

<표 3> 모형별 사양

구분	축척	본수로의 길이	전수로의 총수량	유입수량	浮游體의 크기
모형①	1/5	320cm	11,450ml/sec	140ml/sec	1.85g
모형②	1/10	160cm	1,430ml/sec	70ml/sec	0.15g

(2) 유속계 제작

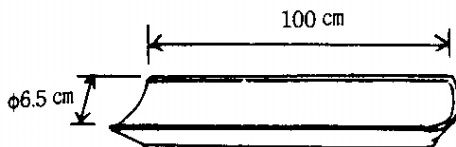
(가) 유속을 측정하기 위하여 다음 그림과 같이 베르누이 정의에 근거하여 유속계를 제작하였다.



<그림5> 본 연구자가 제작 사용한 유속계

(나) 제작한 유속계를 다음 <그림 6>가 같이 補整실험을 통해 스케일을 결정하였다.

- * $\phi 6.5 \times 100\text{cm}$ 의 유수로에 물을 흐르게 하고 물체를 띄워 1m를 이동한 시간을 측정하였다.
- * 위에서 제작한 유속계를 유수로의 표면에 넣고 수압에 의해 올라간 물의 눈금을 측정하여 다음 <표>와 같이 계산하였다.



<그림6> 유속 보정표 작성 실험

<표4> 유속계의 보정표

유속계 종류	유속계가 올라간 높이	한 눈금이 나타내는 유속
①	17	2.94
②	15	3.33
③	25	2.0
④	15	3.33
⑤	20	2.5
⑥	15	3.33

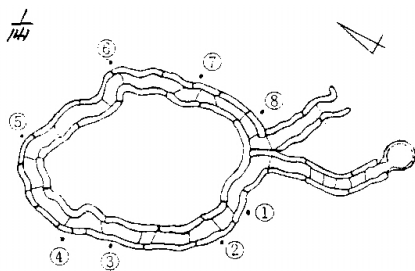
<간이 유속계 조건 판에 사용한 유속은 50cm/s임>

(3) controlling variable

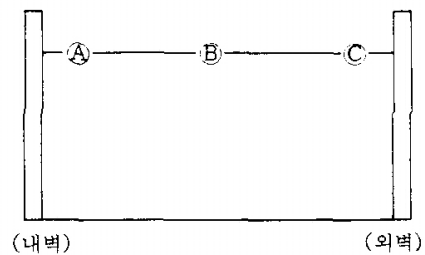
- (가) 각 모향의 수로 (石渠 경사)를 평면(0도)으로 하였다.
- (나) 유출수로의 制水門의 높이를 수로 깊이의 50%로 하였다.
- (다) 浮游體 크기의 통제
 - *모형①- 반경 1.13cm인 플라스틱 구
 - *모형②-반경 0.6cm 인 플라스틱 구
- (라) 유입 수량을 다음과 같이 막형별로 조절하였다.
 - *모형①- 140ml/s 280ml/s
 - *모형②- 70ml/s 140ml/s

(4) 유속 측정 지점 및 부위 선정

다음 <그림 7> 과 같이 수로 중 유속 변화에 의미가 있을 것으로 추정되는 8곳의 지점과 각 지점별 부위를 선정하여 유속을 측정하였다.



<그림7> 유속 측정의 8개 지점



<그림 8> 각 지점별 유속 측정 부위

(5) 염화코발트와 톱밥을 넣어 水流(過流)의 변화를 조사하였다.

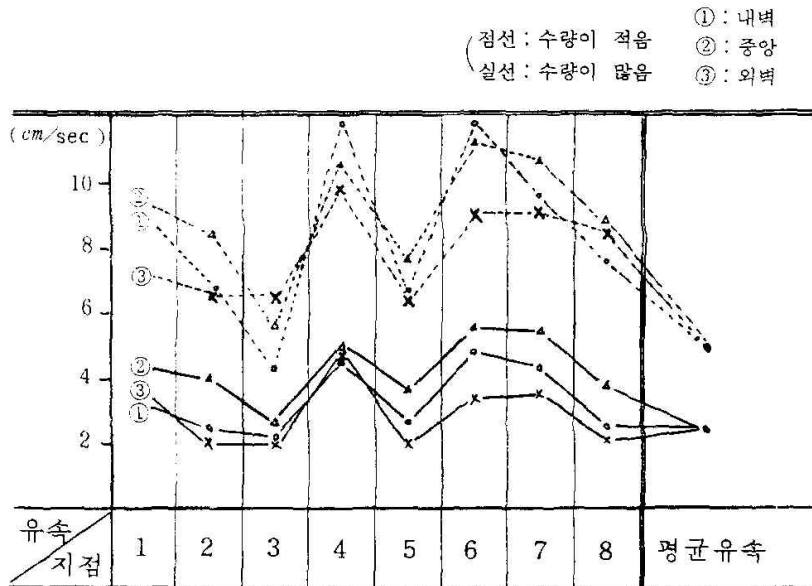
나. 결과

(1) 모형별, 수량별 유속 조사

<표5>모형 ①의 경우 수량별 유속 변화

(단위 : cm/ s)

측정 지점 수량ml/s 부위	1	2	3	4	5	6	7	8	평균
	140	내벽 9.0	6.8	4.3	11.8	6.7	11.8	9.6	
중양 9.4	8.4	5.7	10.6	7.7	11.3	10.7	8.9		
외벽 7.2	6.6	6.5	9.9	6.4	9.0	9.2	8.6		
280	내벽 3.3	2.5	2.2	4.5	2.7	4.8	4.2	2.5	2.4
중양 4.4	4.0	2.7	5.1	3.7	5.6	5.5	3.8		
외벽 3.5	2.1	2.0	4.7	2.1	3.4	3.6	2.2		



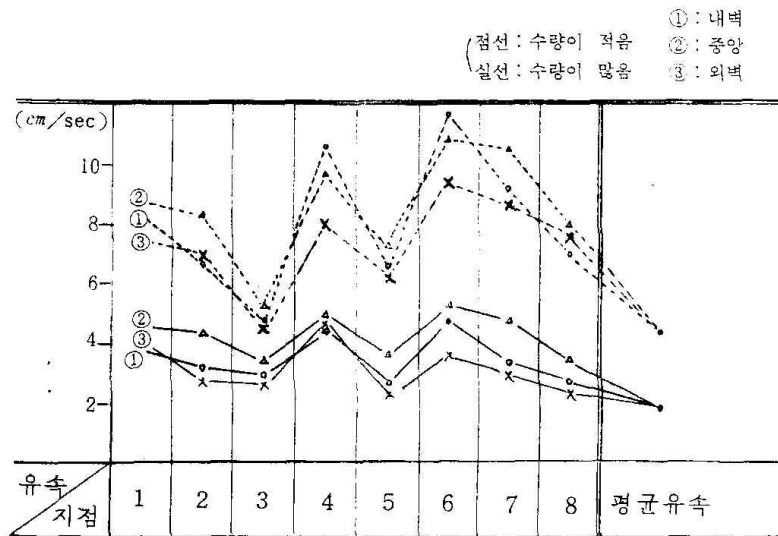
<그림9> 수량별 유속 변화 (모형 ①의 경우)

- * 수량이 140ml/s 일 때가 280ml/s 일 때 보다 각각 지점에서의 유속이 빨랐다.
- * 石渠의 폭이 좁은 ④⑥⑦지점의 경우 비교적 유속이 빨랐고 폭이 넓은 ③⑤⑧지점의 경우 유속이 느렸다.
- * 수량이 140ml/s 인 경우에는 A,B,C 부위별 유속에는 일정성이 없었으나 280ml/s인 경우에는 A,B,C 부위 중 B(중양)의 유속이 빠른 곳이 많았다

<표6>모형 ②의 경우 수량별 유속 변화

(단위 : cm/ s)

측정 지점 수량ml/s 부위		1	2	3	4	5	6	7	8	평균
70	내벽	8.3	6.7	4.8	10.6	6.6	11.7	9.2	7.0	4.3
	중앙	8.8	8.3	5.3	9.7	7.3	10.9	10.5	8.0	
	외벽	7.5	7.0	4.6	8.0	6.2	9.4	8.7	7.7	
140	내벽	3.8	3.2	3.0	4.4	2.7	4.7	3.4	2.7	1.8
	중앙	4.7	4.3	3.5	5.0	3.7	5.3	4.8	3.5	
	외벽	4.1	2.9	2.7	4.7	2.3	3.6	3.0	2.4	

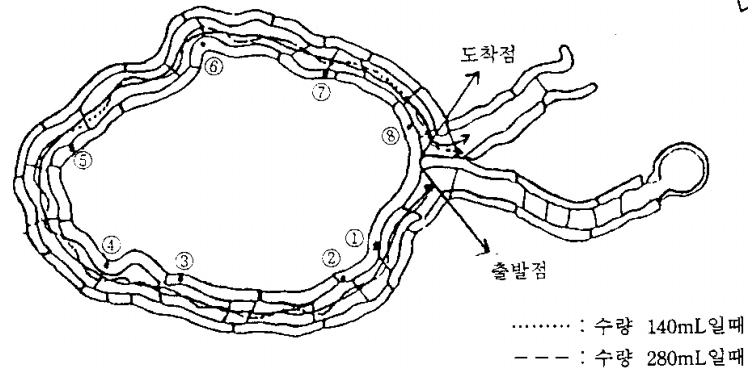


<그림10> 수량별 유속 변화(모형②의 경우)

- ※ *수량이 140ml/s 일때가 각 지점 모두 70ml/s일 때보다 유속이 느렸다.
- *모형①에서와 같이 石渠 폭이 좁은 곳에서 유속이 빨랐고 넓은 곳에서 유속이 느렸다.
- *수량이 140ml/s일 때가 70ml/s 일 때 보다 각 부위별(A,B,C) 중 B(중앙)가 대체로 빨랐다.

(2) 모형별 수량별 水流의 변화 조사 결과

모형 ①, ②모두 수량에 따라 水流의 변화가 달랐다.



<그림 11> 모형 ①에서의 수량별 水流 변화

※ *수량이 140ml/s 일 때 보다 70ml/s 일 때가 浮游體가 石渠의 B 부위(중앙선)을 근접하여 이동하였다.

다. 알게 된 점

- (1) 수위와 유속은 서로 반비례하는 경향을 보였다.
- (2) 石渠의 폭과 유속도 서로 반비례하는 경향을 보였다.
- (3) 따라서 石渠의 폭을 달리하여 유속의 변화를 일으켜서 浮游體(蠶)의 이동 속도를 조절하였다고 추정한다.
- (4) 수위에 따라 유속이 달라지므로 수위를 조절할 장치가 반드시 필요하였을 것으로 추정한다.

4. 制水門 높이와 水流의 관계 조사

가. 방법

(1) 사용한 모형은 < 실험3>과 같고 수로 경사, 유입 수량도 <실험3>과 같이 통제하였다.

(2) 制水門의 높이를 각 모형의 수로 깊이의 0-60%(10%간격)으로 변화시키면서 평균 유속과 水流의 변화를 측정하였다.

* 평균 유속=s/t
s : 모형의 본 수로의 길이

t : 浮游體가 본 수로를 이동하는데 걸린 시간

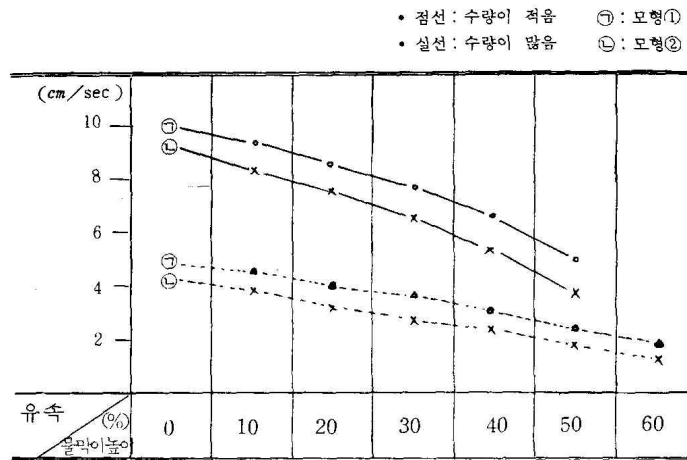
나. 결과

(1) 制水門의 높이에 따른 유속의 변화 조사

<표7> 制水門의 높이별 유속 변화

(단위 : cm/ s)

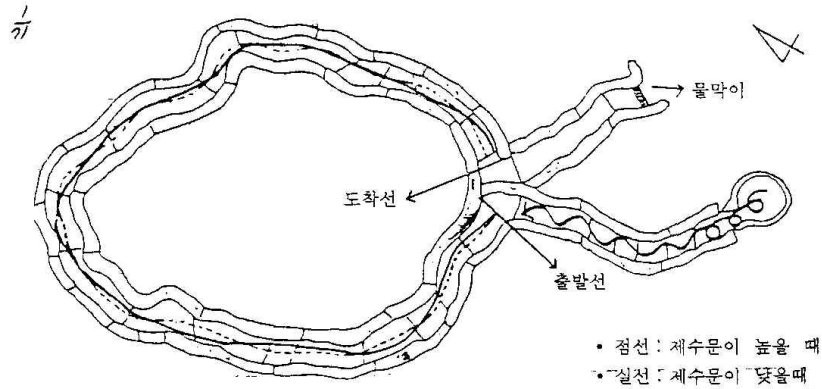
높이		0	10	20	30	40	50	60
모형별	유입수량(m ³)							
모형①	내벽	10.0	93.4	8.6	7.7	6.6	4.9	
	중앙	4.9	4.6	4.0	3.6	3.1	2.4	1.8
모형②	내벽	9.3	8.3	7.6	6.6	5.4	3.7	
	중앙	4.3	3.9	3.2	2.7	2.3	1.9	1.4



<그림 12> 制水門 높이별 유속의 변화

- ※ *모형 ①② 모두 유입수량이 같을 경우 制水門의 높이가 0% 일 때 보다 50-60%일 때가 유속이 느렸다.
- *制水門의 높이가 수로 깊이의 60%이상이 되면 越流현상이 일어났다.
- *制水門의 높이가 높아질수록 潛流가 많아졌다.

(2) 制水門 높이별 水流의 변화



<그림 13> 制水門 높이별 水流의 변화

- ※ *制水門 높이가 10%일 때 보다 50%일 때 浮游體는 石渠의 B부위선(중양선)을 딸 이동하였다.
- *制水門의 높이가 높을수록 수심이 깊어지고 潛流가 많아져 정수지에 떨어진 射流가 유입 수로에서는 일어나는 過流현상이 줄어들었다.

다. 알게 된 점

- (1) 모형 ①② 모두 制水門의 높이가 50-60%일 때가 유속이 느려지고 浮游體(蓋)도 안정성 있게 이동하였다. 이는 制水門의 높이가 높아질수록 수심이 깊어지고 잠류가 많아지므로 잠류의 저항을 크게 받기 때문임을 알았다.
- (2) 유입수량에 따라 制水門의 높이가 달라져야 한다는 것을 알았다. 유입수량이 많으면 制水門의 높이가 상대적으로 낮아져야하고 유입수량이 적으면 制水門의 높이는 높아져야한다.
- (3) 따라서 浮游體가 안정되게 이동하는데 유입수량에 따라 수로의 수심을 조절하는 制水門의 높이 조절이 반드시 필요하다고 본다,

5. 수로의 조건과 水流의 관계 조사

가. 수로 경사에 다른 水流의 변화 조사

(1) 방법

- *모형 ①②에 유입수량을 각각 70ml/s와 140ml/s, 140ml/s와 280ml/s로 통제하였다.
- *制水門의 높이는 수로 수심의 50%로 통제하였다.
- *수로의 경사를 유입수로와 본 수로로 나누어 각각 0°-20°(5°간격)로 달

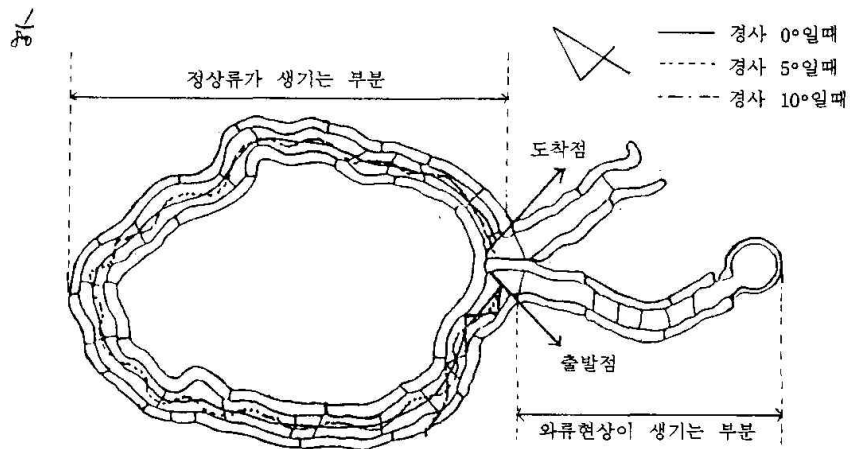
리하면서 평균 유속과 水流의 변화를 조사하였다.

(2) 결과

(가) 본 수로의 경사별 유속과 水流 변화 조사

<표8> 본 수로 경사별 유속 변화

모형별	수량(mL/sec)	경사(도)				
		0	5	10	15	20
모형①	140	4.9	5.6	6.8	물이넘쳐 측정곤란	
	280	2.4	3.8	물이넘쳐 측정곤란		
모형②	70	3.7	4.5	5.7	물이넘쳐 측정곤란	
	140	1.9	2.7	물이넘쳐 측정곤란		



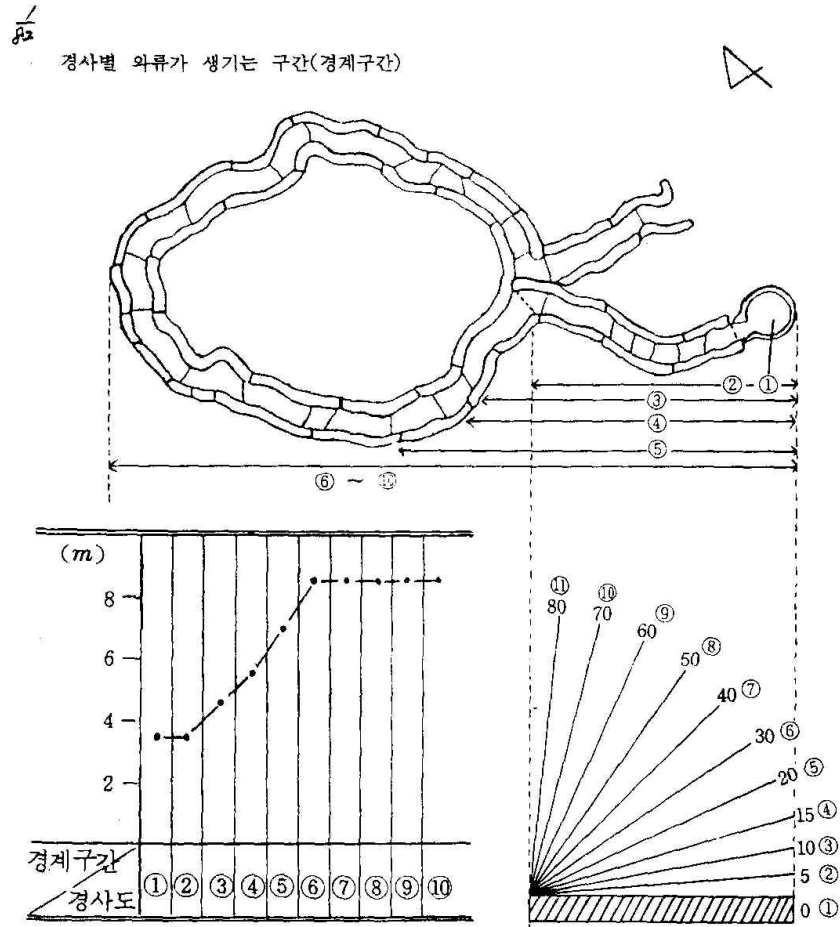
<그림 14> 본 수로 경사별 水流의 변화

※ *모형 ①② 모두 유입 수량에 관계없이 모두 경사 0도일 때 보다 5도 이상일 때가 유속이 빨랐다.

*본 수로의 경사가 10도 이상일 때는 越流현상이 일어났다. 특히 모형별로 유입수량이 많을 경우에는 낮은 경사에서도 越流현상이 일어났다.

*경사가 높아짐에 따라 월류 현상이 하류에서 상류로 이동하였다.

(나) 유입 수로의 경사별 水流 변화 조사



(3) 알게 된 점

- ① 본 수로의 경사가 높아지면 평균 유속이 빨라지고 浮游體가 수로의 벽에 부딪히면서 불안정하게 이동하였다.
- ② 본 수로의 경사가 0도 일 때 水流가 안정된 것으로 보아 鮑石亭의 현재 경사는 심하게 기울어져 있다. 원형의 경사는 0도에 가까운 평평한 수로였을 것으로 추정한다.
- ③ 유입 수로는 5도 정도의 경사를 두어 정수지의 물이 본 수로까지 흐르는 동안 일정한 운동에너지(유속)를 가질 수 있도록 설계되었을 것으로 추정한다.

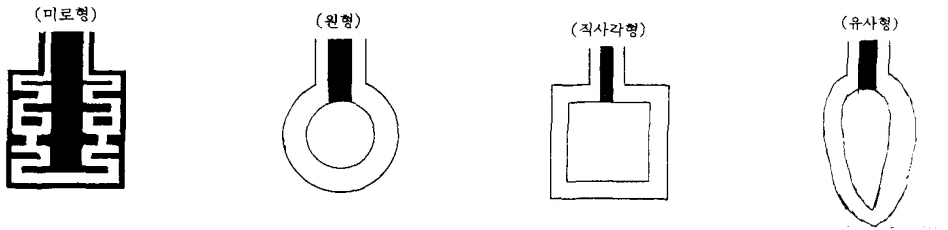
나. 수로 형태별 水流의 변화 조사

(1) 방법

(가) 유입수량, 수로의 경사, 制水門의 높이 등은 모두 실험 3과 같이 하고

(나) 모형의 수로 형태를 원형, 미로형, 직사각형, 鮑石亭 유사형으로 제작하여 수로의 모양이 水流에 미치는 영향을 조사하였다.

(미로형) (원형) (직사각형) (유사형)



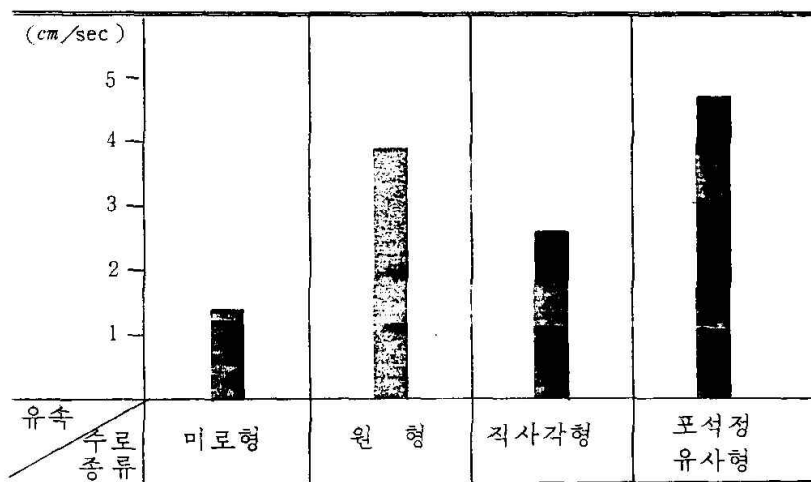
<그림 16> 모형 수로의 형태

(2) 결과

<표9> 모형 수로 형태별 유속과 이동 모습

(단위 : cm/s)

수로 종류	미로형	원형	직사각형	鮑石亭유사형
이동속력 내용	1.4	3.9	2.6	4.7
이동모습	벽에 많이 부딪히며 천천히 이동함	몇 군데 부딪히면서 이동함	벽에 부딪히며 모서리에서 흔들거리다가 이동함	부딪힘이 없으나 일정한 속도로만 이동함(흔들림)



<그림 17> 모형 수로 형태별 유속의 변화

(3) 알게 된 점

① 鮑石亭에 가까운 유사형과 원형의 수로일 때가 비교적 水流의 흐름이 안정되어 浮游體가 석벽에 부딪힘이 적었다.

② 유속이 처음부터 끝까지 변화 없이 이동하였다. 그러나, 鮑石亭의 경우에는 구간마다 유속의 변화가 있고 浮游體(蠶)의 이동속도가 달라진다. 이로 보아, 鮑石亭의 본 수로의 폭이 구간마다 차이가 있는 것은 蠶의 이동속도를 의미 있게 변화시키기 위한 것이었다고 추정할 수 있다.

다. 수로 벽의 거친 정도에 따른 水流의 변화 조사

(1) 방법

(가) 모형 ②(1/10)의 수로벽을 거친 정도가 다르게 2가지로 제작하여 각각 水流의 변화 및 구간별 와류의 정도를 조사하였다.

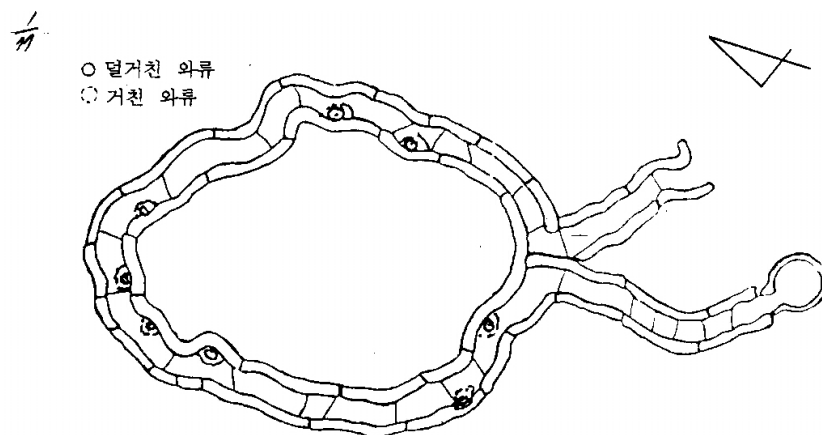
(나) 각 모형의 수로 경사, 制水門의 높이, 유입 수량은 같도록 통제하였다.

(2) 결과

<표10> 거친 정도 별 유속 변화

(단위 : cm/s)

지점 구분	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	평균유속
덜 거친것	4.7	4.3	3.5	5.0	3.7	5.3	4.8	3.5	3.8
거친것	4.6	4.3	3.5	5.1	3.6	5.3	4.8	3.4	3.8



<그림 18> 거친 정도별 水流의 변화

*다른 조건이 일정하고 거친 정도가 다른 경우 각각의 중심 유속은 거의 같았으나 석벽이 거친 것이 와류가 크게 생겼다.

(3) 알게 된 점

와류가 잘 형성하도록 하기 위해 鮑石亭의 석벽을 의도적으로 거칠게 하였음을 알 수 있었다.

6. 浮游體(蠹)의 형태별 이동 조사

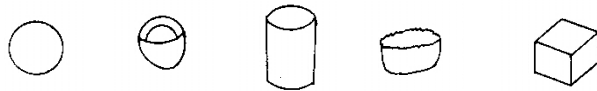
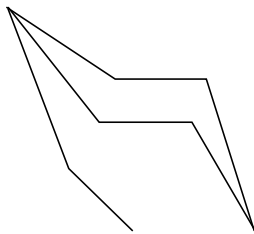
가. 방법

(1) 각 모형의 수로 경사는 0도로 하고 유입수량은 각각 140ml/s, 280ml/s로 하고 制水門의 높이는 수로 깊이의 50%로 하였다.

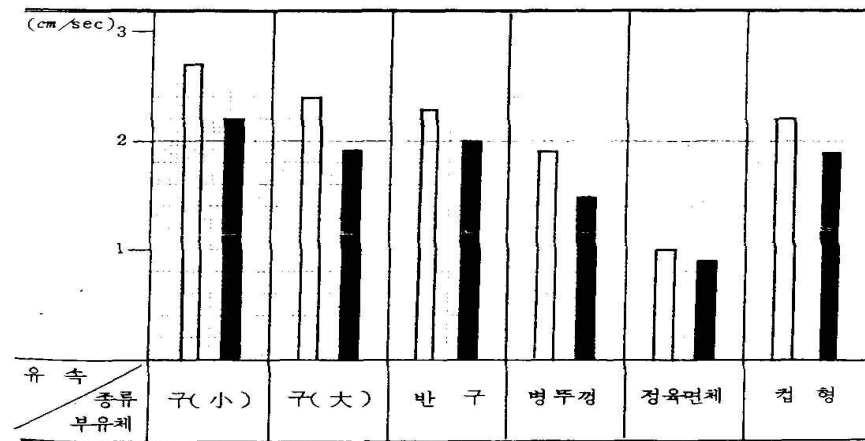
(2) 浮游體의 형태별 여러 가지로 제작하여 水流에 띄우면서 평균 이동속력(유속)과 이동 모습을 조사하였다.

나. 결과

<표11> 浮游體 형태별 평균 이동 속력과 이동 모습



浮游體 종류 모양 모형별 내용		구(소)	구(대)	반구	컵형	병뚜껑	정육면체
		○	→				
이동 속력	모형①	2.7	2.4	2.3	2.2	1.9	1.0
	모형②	2.2	1.9	2.0	1.9	1.5	0.9
이동모습		중앙 선을 따라서 안정성 있게 이동함			기우뚱거리며 이동함	벽에 부딪힘	벽에 부딪히고 회전하면서 이동함



<그림 19> 浮游體별 이동 속력

*浮游體 모양이 구, 반구, 컵형 일 때 수로의 중앙선을 따라 안정성 있게 이동하였으나 다른 것은 석벽에 부딪히는 등 불안정하게 이동하였다.

다. 알게 된 점

(1) 같은 유속에서도 모가 나거나 바닥면이 넓은 浮游體가 이동속력이 느렸고 석벽에 부딪혀 기울거나 빠르게 회전하면서 이동하였다.

(2) 구형이나 반구형 일 때 수로의 중앙선을 따라 안정성 있게 이동한 것으로 보아, 옛날 鮑石亭에 띄운 蠶은 밀도가 균일하며 물 속에 잠기는 부분이 많고 둥근 형태로 된 것이라고 추정된다.

(3) 물체의 지름은 석구 폭의 1/4이하 일 때 석벽에 부딪히지 않았다.

IV. 결론

1. 鮑石亭은 石渠에 흐르는 水流의 가운데를 浮游體(蠶)가 이동하게끔 설계 제작된 것으로 전해지고 있으나 현재는 당시의 기능을 상실하고 있다.

그 이유는 구조적 특성 분석 결과 지반의 隆기, 沈降등으로 원형이 변형되었기 때문이라고 추정한다

2. 鮑石亭의 구조적 특성은 石渠의 水流에 띄운 浮游體가 수로의 중앙선을 따라

이동하도록 하기 위해 굴곡인 외곡 내곡을 번갈아 설계하여 유속과 水流의 흐름을 변화시켰으며 水流가 닿는 석겨 표면을 거칠게 처리하여 곳곳에 과류가 생기도록 하였고, 과류 사이 구간은 石渠 폭을 좁게 하여 蠶의 이동을 빠르게 하였으나 와류가 중심 水流를 침범하지 못하도록 설계되어 있다.

3. 수량이 많을수록 수심이 깊어지고 유속이 느려지며 水流가 안정되어 浮游體가 수로의 중앙선을 이동하였으며 이로 보아 수량은 石渠 깊이의 95% 정도가 되도록 유입 시켰을 것으로 추정한다.

4. 유출수로의 制水門 높이가 石渠 깊이의 50%일 때 浮游體가 수로의 중앙선을 따라 안정성 있게 이동한 것으로 보아 鮑石亭에는 수위 조절 장치인 制水門이 있었으며 制水門으로 수위를 조절한 것으로 추정한다.

5. 수로의 경사가 있을수록 유속이 빨라져 浮游體가 수로의 가운데를 벗어나 석벽에 부딪히고 물이 넘치는 것으로 보아 원형의 수로는 수평이었는데 현재는 지반의 변형으로 기울어진 것이라 추정한다.

6. 水流에 띄운 浮游體는 물 속에 잠기는 부분이 많은 구형 반구형일 때 水流의 중앙선을 안정성 있게 이동한 것으로 보아 鮑石亭에 띄운 蠶은 밀도가 균일한 둥근 모양이었을 것으로 추정한다.

7. 水流 실험결과 신라 시대 조상들은 鮑石亭의 과류가 생기는 곳곳에 들러 앉아 중심 水流를 따라 이동하는 蠶이 앞에 왔을 때 과류의 影響圈으로 끌려 들어 蠶이 머무르게 하여 술을 마신 다음 중심 水流로 빈 蠶을 밀어 넣어 다음 사람에게 이동 시켰을 것으로 추정한다.

8. 따라서 현재의 鮑石亭은 원래의 기능을 할 수 있도록 복원하려면 본 수로의 경사를 5도 이하로 하고 石渠의 깊이의 95.0%에 해당하는 수량을 유입하며 潛流를 石渠 깊이의 95%로 유지할 수 있는 制水門 장치를 설치할 필요가 있다고 본다.