

# 韓國 水文設計 實務 分析

Analysis of Korean Hydrologic Practices

김 승\*, 김남원\*, 정성원\*, 강태호\*, 김현준\*

## 1. 서 론

수문설계는 수자원 실무의 기본이며 수문설계의 주요 관심대상은 설계홍수이다. 설계홍수는 단순히 첨두유량, 또는 같은 초과확률을 가지고 있으나 지속기간이 다른 강우사상으로 유도된 일련의 수문곡선으로 나타낼 수 있다. 설계홍수란 확률적으로 유도된 가정적인 홍수이므로 실제강우-실제유출 관계와 다를 수도 있으며, 같은 강우-유출관계라도 설계홍수와 실제홍수는 선행토양 수분조건에 따라 다르게 나타날 수 있다(Pilgrim, 1986).

이와 같이 설계홍수를 결정하는 것이 수문실무에서 가장 중요한 일이며 또한 어려운 일임을 고려하여 건설부 수자원국은 1991년부터 설계홍수 추정 지침서를 작성하기 위한 연구사업을 수행중이다(건설부, 1992). 수문설계에 대한 지침서를 개발하는데 무엇보다도 중요한 일은 현재의 실무에 대한 정보를 조사하는 것이다 (Robinson, 1987).

본 논문은 건설부가 수행하고 있는 설계홍수 추정지침서 작성을 위하여 수문설계 실무에 대한 정보를 설문조사를 통하여 파악하고 이를 분석한 것을 기술한 것이다. 기술내용은 설계절차에 따른 설계자의 특성과 설문조사대상을 설계성향에 따라 몇개의 그룹으로 분류하고 각 그룹간의 다른 성향을 분석한 것이다.

## 2. 설문내용의 구성 및 대상자 선정

설문 내용은 설계절차별로 구성하였는데, 전반적인 배경, 설계호우, 유효우량, 첨두홍수량, 단위도법, 기저유출, 지침서 구성 등을 포함하였다. 설문을 할 때는 현황과 의견으로 나누었으나 결과를 분석기술할 때는 재분류하여 절차에 따랐다. 절차중에서도 결과치에 큰 영향을 미치는 설계호우에 큰 비중을 두었으며, 배경에서는 빈도결정, 대상구조물, 문헌 등 절차에서 언급되지 않은 내용들을 설문으로 포함하였다.

---

\* 한국건설기술연구원 수자원연구실 근무

전체문항수는 34개이며 그 중에서는 여러가지를 선택하고 우선순위를 제시하는 문항도 여러 개 포함되었다.

설문대상자는 설문목적이 국내 수문설계실무를 정확히 파악하는 것이었으므로 현재 용역 업체나 관계에서 실무를 수행하고 있는 수자원 기술사를 위주로 한 실무자를 대상으로 하였다. 수자원 기술사중에서도 학계와 연구종사자들은 설문대상에서 제외하였다.

설문은 1992년 9월중에 실시하였는데 총 87명에게 설문지를 우편으로 발송하여 2명은 반송되고 40명으로부터 회신을 받아 회신율은 46%에 달하였다.

응답자들의 구성을 보면 업계가 30명, 관계가 10명이었으며, 경력은 20년 이상이 11명, 11-20년 이 19명, 6-10년이 5명, 1-5년이 3명, 무응답 2명으로 설문에 응한 사람의 75%가 경력 10년 이상의 설계 실무자였다.

### 3. 설문결과 분석

설문 내용들을 설계질차별로 분류하고, 각 문항의 보기별로 선택된 빈도를 가지고 분석하였다. 그 중에는 다선형이면서 순위가 같이 제시된 것도 있는데 이 경우 가중된 결과를 가지고 분석하였다. 각 문항별 분석내용은 수문학회지에 기술정보로서 게재하였으므로(김 등, 1993a, 1993b) 여기서는 주요 결과만 제시한다.

- 설계홍수를 추정하는 주요 대상은 '하천정비'이며, 그 다음이 '도시 우수배수시설'이다.
- 설계홍수를 추정할 때 실무자들은 여러가지 문헌을 골고루 참고하고 있으며, 그 중에서 많이 사용하는 것은 '건설부 하천시설기준'과 국내에서 발간된 대학 수문학 교재이다.
- 실무자들이 홍수빈도를 결정할 때는 '건설부 하천시설기준'에 따르는 경우가 가장 많으며, 사업의 특성, 그리고 경제성 분석 차례이다.
- 실무자중의 약 1/3은 홍수량을 직접 빈도분석한 경험이 없다.
- 실무자중의 약 3/4은 지역빈도 홍수량공식을 사용한 경험이 없다.
- 실무자의 약 1/5만이 설계강우의 빈도와 설계홍수의 빈도가 일치한다고 생각한다.
- 실무자의 약 4/5는 확률강우량을 구할 때 시우량보다는 일우량을 분석한다.
- 지속기간 1시간 미만의 확률강우량을 구할 때는 약 90%가 강우강도식을 이용한다.
- 실무자의 3/4은 이상강우를 고려하여 확률강우량을 분석한다.
- 실무자의 약 4/5는 점 강우량과 면적 강우량을 구별하지 않고 사용한다.
- 실무자들이 설계 강우지속기간을 결정할 때 자연하천의 경우 1~2일을 주로 사용하고, 도시하천의 경우 유역집중시간을 과반수 이상 사용한다.
- 실무자들은 최적 확률강우분포를 선정할 때 주로 통계적인 지표로써 결정한다.
- 유역 강우빈도를 분석할 때 약 1/2은 유역 최적분포형을 사용하고 약 2/5는 지점별로 최적분포형을 사용한다.

- 설계강우의 시간분포를 결정하는 데는 실무자의 4/5 이상이 모노노베 공식을 사용한다.
- 유효우량을 산정하기 위하여 실무자들은 대상지역의 수문특성을 고려할 수 있는 미국 토양보존국(SCS) 방법을 가장 많이 사용한다.
- 실무자들은 미계측 유역의 홍수량을 구하기 위하여 합성단위도법, 합리식, 가지야마식을 주로 사용한다.
- 실무자들의 약 ¾은 합리식을 최대 10km<sup>2</sup> 크기의 유역까지 적용한다.
- 실무자의 약 반은 합리식의 계수가 우리나라에 잘 맞지 않으므로 조정하여 사용한다.
- 실무자들이 주로 사용하는 합성단위도법은 나까야스, Clark, Snyder, SCS 방법이며, 사용하는 이유는 주로 잘 알고 있으며 사용경험이 있기 때문이다.
- 실무자의 약 ¾은 설계홍수 추정지침서를 추정절차와 목적에 따라 구성해 주길 원한다.

설문내용을 분석해 보면, 국내 실무에서 설계홍수를 추정하는 방법은 상당히 획일화되어 있다. 일부 추정하는 절차나 세부적인 방법들은 타당성이나 합리성과는 약간의 거리가 있음에도 불구하고 압도적인 다수의 실무자들이 사용하고 있다. 그 이유는 실무자들이 홍수를 직접 분석할 수 있는 홍수자료가 제대로 제공되지 않아 분석경험의 부족으로 홍수크기에 대한 현실감각이 부족하기 때문이라고 여겨진다. 또한 실무자들이 손쉽게 접할 수 있는 건설부 발행 '하천시설기준'에 실무자들이 내려야 할 판단까지도 맡기고 있는 데서도 기인한다고 본다.

따라서 앞으로 작성하게 될 지침서는 실무자들이 직접 분석경험을 쌓을 수 있도록 홍수분석방법에 대한 것도 홍수추정방법과 함께 제시할 필요가 있으며, 실무자들이 분석자료를 쉽게 획득할 수 있도록 홍수자료를 정리하여 제공할 필요가 있다고 생각된다.

#### 4. 설문 응답자의 설계성향 분석

##### 4.1 분석방법

설문응답자의 수는 40명으로서 많다고는 볼 수 없으나 상당수가 기술사 또는 설계감독자이며, 3/4이 경력 10년 이상의 실무자로서 국내 수문실무의 중요한 역할을 담당하고 있다. 그러므로 각 응답자는 각각의 설계성향이 있다고 볼 수 있으며 그 성향은 어떠한지 또한 응답자중에서 어떤 실무자들끼리 비슷한지를 분석하였다.

설문문항수는 34개인 데 다지선다형 각각의 답안 수를 문항으로 간주하면 84개이다. 84개의 문항을 모두 포함할 경우, 다지선다형에 너무 큰 비중이 고려되므로 각 다지선다형에서 첫 번째와 두 번째 순위항만을 대상으로 하여 총 44개의 답을 분석하였다. 설문응답자를 1번부터 40번까지로 표시하고 각 실무자간 서로 같은 답을 제시한 횟수를 행렬로 표시하면 그림 1과 같다. 만일 총문항수(44개)에서 이 동일답안 횟수를 빼면 서로 다른 답안을 제시한 횟수가 되는 데,

이 상이답변 횟수를 서로간의 거리로 보고 거리가 가까운 대상부터 서로 연결하여 분류하였다. 연결을 하다 보면 그룹이 생기는 데, 그룹간의 거리는 최소, 최대 또는 평균 거리로써 산정할 수 있으며, 여기에서는 평균거리를 산정하여 연결하였다. 분석도구는 SAS 통계 패키지 6.04 Version을 활용하였다.

## 4.2 분석결과

분석한 결과는 그림 2에 각 응답자간의 거리와 그룹으로 나타나 있다. 그룹은 우선 2번과 30번(제1그룹)이 전체로부터 분리되고, 나머지 중에서 1, 25, 22, 29번(제2그룹)이 분리되며, 그 다음 6번이 홀로 분리되고, 나머지 33명이 제3그룹과 제4그룹으로 분리된다. 다시 말하면, 실무자의 82.5%는 제3그룹이나 제4그룹으로 분리되고 나머지 17.5%가 제1, 2, 0 그룹으로 분리된다. 각 그룹별로 설문결과를 비교 분석하였던 바 그룹별로 다음과 같은 상당히 다른 설계성향이 있었다.

- 종사하고 있는 업무면에서 제1그룹은 2명이 모두 관계업무를, 제3그룹은 10명중 5명이 관계업무를 제4그룹은 23명중 21명이 관계업무에 종사한다. 그러므로 국내 수문설계 실무자의 설계성향은 종사하는 업무에 따라 다르다고도 할 수 있다. 그러나 종사경력은 각 그룹별로 별차이가 없었다.
- 제3그룹은 확률강우량을 분석할 때 주로(50%) 완전계열을 사용하나, 제4그룹은 완전계열 또는 부분계열을 골고루 사용한다.
- 대상유역내 여러 개의 지점에 대하여 강우빈도를 분석할 때 각 지점의 확률분포형에 대하여 제3그룹의 반은 하나의 분포형을 사용하고 제4그룹의 반은 각 지점별로 최적의 분포형을 사용한다.
- 미계측 유역에서 첨두 설계홍수량만을 구할 때, 제3그룹은 가지야마식(50%) 또는 합리식(30%)을 주로 사용하고, 제4그룹은 가지야마식(34.8%), IHP식(30.4%), 합성단위도법(21.7%)을 주로 사용한다.
- 외국에서 개발된 합리식의 계수를 사용하는 데 있어서 제3그룹의 60%는 “우리나라에 잘 맞으므로 그대로 사용한다”고 답한 반면, 제4그룹의 56.5%는 “우리나라에 잘 맞지 않으므로 조정하여 사용한다”고 하였다.
- 전체 응답자중 홍수량을 직접 분석하여 설계홍수를 산출한 경험이 있는 실무자는 2/3이나, 제2그룹은 4명전부가 경험을 가지고 있다.
- 홍수량 자료를 사용하여 단위도를 유도하고자 할 때, 기저유출을 제3그룹은 70%가 “수평직선으로 분리하여 고려한다”고 하였고, 제4그룹은 56.5%가 “첨두홍수량과 비교하여 적으므로 고려하지 않는다”라고 답하였다.
- 두 가지 이상의 방법으로 강우손실을 산정하였을 때, 제3그룹의 60%는 “경험에

따라 적절히 조정하여 사용한다”고 한 반면, 제4그룹의 47.8%는 “강우손실이 적은 값을 선택한다”고 하였다.

- 대상구조물은 제3그룹의 경우 하천정비가 30%였으나, 제4그룹은 87%에 달하였다.
- 가장 많이 참고하는 문헌은 제3그룹이 과거유사 과제 보고서(30%)인 반면, 제4그룹은 수문학 대학교재(39.1%)이다.
- 설계홍수와 관련하여 가장 심각한 문제는 제3그룹의 80%가 수문자료의 부정확성이라고 답한 반면, 제4그룹의 52.2%는 낮은 설계단가라고 답하였다.
- 최근 기상이변에 대하여 제4그룹의 34.8%만이 “통계적인 무작위로 간주하여 특별히 고려할 필요가 없다”고 한 반면, 나머지 전부는 “당연히 설계에 반영해야 한다”고 답하였다.

이상 분석한 결과를 검토해 보면, 제1그룹의 2명은 모두 관계에 종사하고 있으며 동일부서에 근무하고 있기 때문에 나머지 실무자들보다 상대적으로 서로 비슷한 설계성향을 가지고 있다. 제2그룹은 모두가 설계홍수를 직접 분석한 경험이 있는 그룹으로서 관계종사(제3그룹) 또는 업계종사(제4그룹) 그룹들과는 설계성향이 약간 다른 그룹이다.

국내 설계실무자의 특성은 대개가 제3그룹이나 제4그룹으로 나타날 것으로 볼 수 있는데, 제3그룹은 반정도가 관에 근무하며 대규모 댐건설과 하천정비를 담당하고, 제4그룹은 거의가 업계에 종사하고 주로 하천정비를 담당한다. 제3그룹은 정교한 방법보다는 간편한 설계방법을 선호하고, 설계자의 주관보다는 객관성을 추구하는 경향을 보인다. 제4그룹은 주로 용역회사에서 설계에 종사하는 실무자들로서 제3그룹과 비교할 때, 현실적이고 실용적인 설계를 추구하며 설계방향에 대한 개인적인 주관을 가지고 있다고 판단된다.

## 5. 결론

설계홍수 추정지침을 작성하기 위한 예비작업으로서 국내 수문설계 실무자를 대상으로 하여 설계방법과 성향에 대한 조사를 설문으로 조사하고 그 결과를 분석하였다. 분석결과 국내 수문설계 실무는 상당히 획일화되어 있었으며, 지침서는 설계절차와 예제를 같이 제시해주길 원하는 것으로 나타났다. 일부 절차나 방법은 타당성이 결여된 것도 있었으며 그 이유는 설계홍수를 분석할 수 있는 자료의 제공이 빈약한데 그 원인을 찾을 수 있었다.

또한 설계 실무자들의 설계성향을 분석한 바 설계자들은 크게 두 그룹으로 나뉘었는데, 첫 번째 그룹은 관계성향이 강했으며 두 번째 그룹은 업계성향이 강하였다.

## 감사의 글

설문조사에 적극적으로 협조해주신 수문설계 실무자들과 연구비를 지원해 주신 건설부 담당자에게 감사를 드립니다.

## 6. 참고문헌

1. 건설부, 수자원관리기법 개발 연구조사 보고서, 1992.
2. 김승, 김남원, 정성원, 강태호, 김현준, 설계홍수 추정방법 개발을 위한 설문조사( I ), 한국수문학회지 26(1):27-37, 1993a.
3. 김승, 김남원, 정성원, 강태호, 김현준, 설계홍수 추정방법 개발을 위한 설문조사(II), 한국수문학회지 26(2), 1993b.
4. Pilgrim, D. H., "Bridging the Gap Between Flood Research and Design Practice," Water Resources Research 22(9):165s-176s, 1986.
5. Robinson, D. K., Chapter 11 Selection of Design Floods (In: Australian Rainfall and Runoff, Volume 1, Edited by D. H. Pilgrim), The Institution of Engineers, Australia, P. 248, 1987.

NO. 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40

1 9  
 2 18 11  
 3 16 13 17  
 4 20 11 18 25  
 5 14 11 19 15 16  
 6 16 14 19 18 20 16  
 7 23 11 23 19 19 16 15  
 8 20 9 20 20 19 12 19 18  
 9 15 17 14 21 16 13 17 16 20  
 10 22 8 22 18 23 15 16 27 23 15  
 11 17 10 21 19 16 11 14 21 16 16 17  
 12 17 16 17 19 17 15 18 19 20 14 19 11  
 13 16 17 19 21 16 18 15 18 18 12 18 16 18  
 14 16 17 19 21 16 18 15 18 18 12 18 16 18  
 15 19 12 18 19 20 16 17 19 17 18 19 18 14 16  
 16 16 12 20 20 18 21 20 20 18 13 19 12 20 20 14  
 17 16 15 20 18 20 14 17 18 17 17 20 19 18 16 18 13  
 18 18 10 20 19 20 17 20 20 19 18 16 17 19 19 20 18  
 19 19 10 17 20 19 12 18 20 21 16 24 16 20 17 19 15 20 17  
 20 17 16 16 13 17 14 22 19 14 20 14 12 18 14 16 16 19 18 20  
 21 14 12 17 20 15 8 17 16 20 17 14 17 14 20 15 14 19 19 15 20  
 22 17 14 10 13 17 14 12 12 13 16 17 16 14 13 17 8 14 12 21 18 12  
 23 16 11 20 16 20 16 17 18 19 12 23 18 18 15 16 16 20 17 20 19 15 17  
 24 21 10 20 22 22 19 22 19 19 18 21 16 18 14 20 20 19 23 21 21 16 21 19  
 25 23 14 15 17 13 15 16 13 17 14 14 18 16 15 13 18 19 19 19 12 17 16 20  
 26 15 17 19 19 17 21 18 19 18 17 15 14 19 23 18 17 16 18 16 18 12 16 16 14 18  
 27 16 13 16 16 24 17 16 17 14 12 19 16 15 20 22 19 15 17 19 15 16 16 19 17 11 20  
 28 17 14 21 21 20 14 23 24 21 20 20 18 21 16 12 17 20 20 18 21 19 13 17 20 14 15 12  
 29 15 11 9 11 14 11 10 11 14 11 17 11 12 12 13 7 10 12 19 13 9 28 15 16 17 13 8 10  
 30 16 16 15 16 20 12 17 17 15 12 13 14 19 19 13 18 15 19 12 18 12 14 12 19 15 18 16 18 9  
 31 15 13 21 15 20 15 16 22 11 14 18 16 17 13 16 20 18 15 18 18 11 11 15 20 9 16 15 19 8 15  
 32 13 19 15 19 18 15 16 15 10 18 15 19 25 15 20 16 15 18 17 12 13 18 15 15 22 30 14 12 15 15  
 33 16 14 19 20 19 15 15 23 20 13 18 14 23 19 18 23 19 17 19 12 11 9 14 18 13 22 18 15 7 16 19 18  
 34 18 11 19 16 19 15 17 19 17 13 16 19 11 19 20 17 17 23 15 17 20 14 15 18 18 17 16 15 10 15 16 15 20  
 35 18 15 14 18 19 14 18 20 15 18 18 14 21 11 18 15 15 14 20 17 16 17 16 19 12 18 17 17 11 14 18 16 18 11  
 36 18 9 23 19 26 16 16 19 20 15 19 18 20 15 18 21 20 19 22 17 10 11 17 20 15 17 24 18 9 19 23 21 22 13 14  
 37 16 13 20 17 21 17 18 25 16 15 25 16 15 17 15 20 16 21 15 17 22 21 14 19 20 21 13 14 17 22 15 18 19 19  
 38 18 13 16 18 15 14 16 16 16 20 13 14 16 13 14 14 16 18 18 22 17 16 11 24 23 14 10 19 12 17 15 12 10 12 17 16 15  
 39 14 12 16 16 16 13 14 21 17 20 15 20 18 13 15 12 17 18 21 22 17 17 12 18 17 17 10 20 15 16 17 11 15 15 19 17 17 22  
 40 15 11 14 21 17 16 20 19 16 21 16 13 16 17 16 21 14 17 20 22 15 16 16 24 18 16 13 19 15 17 17 18 15 16 15 19 21 19

그림 1. 설문응답자간의 동일 응답 제시 횟수를 표시한 행렬. 총 84개의 응답중 44개의 응답만을 대상으로 하였다.

Average Distance Between Clusters

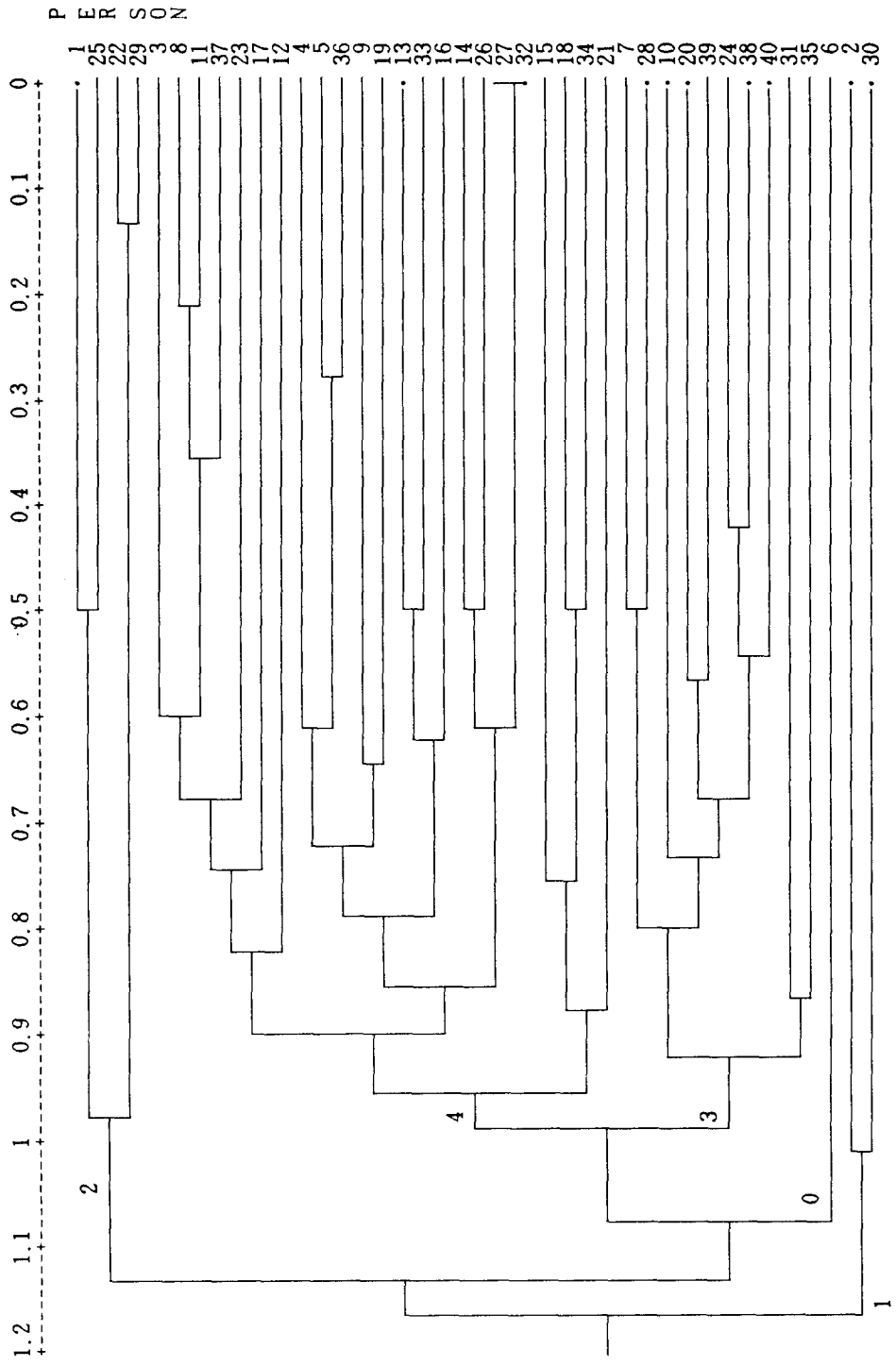


그림 2. 설문응답자의 분류. 각 응답자간 상이한 응답횟수를 서로 떨어진 거리로 간주하여 평균연결방법으로써 그룹화한 것이다. "."를 한 것은 관계에 종사하는 실무자이고 표시를 하지 않은 것은 용역업체에 종사하는 실무자이다.