

발 간 등 록 번 호

11-1240000-001427-01

2020년도 국가통계 품질개선 컨설팅 연구용역

『측량업체임금실태조사』  
품질개선 컨설팅 최종결과보고서

2020. 12.



통계청  
Statistics Korea

## 주 의

1. 이 보고서는 통계청에서 수행한 국가통계 품질개선 컨설팅 연구용역 결과보고서입니다.
2. 이 보고서에 대한 지식재산권 귀속 등에 대하여는 「용역계약 일반조건」 제35조의 2(계약목적물의 지식재산권 귀속 등) 및 「일반용역계약특수조건」 제16조(계약목적물의 지식재산권 귀속 등)에 의합니다.

제 출 문

## 제 출 문

통계청장 귀하

본 보고서를 「측량업체임금실태조사」 품질개선 컨설팅의 최종결과 보고서로 제출합니다.

2020년 12월

한국통계학회

### 연구진

---

책 임 연 구 원	홍기학, 동신대학교 컴퓨터학과 교수
연 구 원	박근화, 한국문화관광연구원 선임전문위원
연 구 보 조 원	우영제, 동국대학교 통계학과 박사과정 수료



요 약 문

### 최종결과보고서 요약문

<b>연구과제명</b>	측량업체임금실태조사 품질개선 컨설팅
<b>주제어</b>	측량업체임금실태조사, 표본설계, 무응답 처리
<b>연구기간</b>	2020. 10. 6. - 2020. 12. 20.
<b>연구기관</b>	한국통계학회
<b>연구진구성</b>	홍기학, 동신대학교 컴퓨터학과 교수 박근화, 한국문화관광연구원 수석전문위원
<p>본 연구에서는 2019년 측량업체임금실태조사 결과와 2020년 정기통계 품질진단 결과를 토대로 새로운 표본설계 방안(표본추출방법, 표본배분, 가중치 부여 및 모수추정 등)과 무응답 처리 방안 등을 마련하여 측량업체임금실태조사의 품질을 개선하고자 하였다.</p> <p>측량업체임금실태조사는 측지측량업, 연안조사측량업, 항공촬영업, 공간영상도화업, 영상처리업, 지도제작업, 수치지도제작업, 지하시설물측량업, 공공측량업은 전수조사로 진행하고, 일반측량업은 표본조사를 하고 있다. 일반측량업에 대해 표본조사를 실시하고 있으나 표본규모를 산출하는 근거가 부족하고 표본을 배분하여 추출하는 과정에 대한 설명이 미흡할 뿐만 아니라, 특히 표본조사임에도 불구하고 가중치 및 추정식이 제시되고 있지 않아 개선이 필요한 상황이었다. 또한, 전수조사에서의 응답률이나 무응답 처리 방법, 그리고 표본조사에서의 표본대체 현황에 대한 정보도 제공하지 않고 있어 보완이 필요한 상황이었다.</p> <p>따라서 표본설계방안과 무응답 처리방안의 개선을 위해 얻은 본 연구의 주요 결과를 정리하면 다음과 같다.</p> <p>첫째, 업종과 지역을 층화기준으로 구축된 조사모집단에 대한 충분한 분석을 통해 모집단의 특성을 잘 반영한 효과적인 표본배분방법과 표본추출방법을 제시하였다. 그리고 응답률이 낮거나 업종별 크기가 일정 수 이상인 전수층을 표본층으로 전환하는 방안을 검토하였다. 또한 정확한 통계산출을 위해서는 표본설계에 따라 설계가중치와 조사과정에서 발생하는 무응답 조정을 위한 무응답조정가중치 등을 적용한 가중치를 부여하는 과정을 구체적으로 기술하였고, 모수추정 식을 제시하였다.</p> <p>둘째, 항목무응답 및 단위무응답 현황과 발생 이유를 검토한 후, 무응답 처리 방안을 마련하였다.</p>	



## 차 례

요약 .....	1
제 1 장 서론 .....	7
제 1 절 연구배경 및 목적 .....	7
제 2 절 연구내용 및 방법 .....	8
제 3 절 연구의 기본 목표와 절차 .....	10
제 2 장 측량업체임금실태조사 검토 및 조사데이터 분석 .....	11
제 1 절 측량업체임금실태조사 및 표본설계 .....	11
제 2 절 측량업체임금실태조사 현황 분석 .....	15
제 3 절 측량업체임금실태조사 검토 내용 .....	25
제 3 장 표본설계 방안 .....	27
제 1 절 표본설계안의 특징 .....	27
제 2 절 모집단 정의 및 분석 .....	27
제 3 절 층화 .....	30
제 4 절 표본크기 결정 및 표본배분 .....	30
제 5 절 표본추출 .....	40
제 6 절 가중치 작성 및 추정 .....	40

제 4 장 무응답 분석 및 처리 방안 .....	51
제 1 절 무응답 분석 .....	51
제 2 절 무응답 처리 방안 .....	53
제 5 장 결론 및 제언 .....	65
제 1 절 결론 .....	65
제 2 절 제언 .....	66
참고문헌 .....	69
부록 .....	71

## 표 차례

<표 1-1> 신규 표본설계 요약 비교 .....	1
<표 2-1> 업종별 지역별 모집단 현황 .....	16
<표 2-2> 업종별 지역별 조사 현황 .....	17
<표 2-3> 업종별 지역별 측량전담기술인력 .....	19
<표 2-4> 2020년도 측량기술자 임금 .....	20
<표 2-5> 가중치 조정에 의한 측량기술자 추정 임금 신뢰구간 및 상대표준오차 .....	21
<표 2-6> 2020년 측량기술자 임금과 가중치 조정에 의한 추정 임금과의 차이 .....	23
<표 3-1> 업종별 지역별 측량업종 수 .....	29
<표 3-2> 업종별 지역별 비례배분(표본크기=1,000) .....	34
<표 3-3> 업종별 지역별 제공근 비례배분(표본크기=1,000) .....	35
<표 3-4> 업종별 지역별 절충배분(표본크기=1,000) .....	36
<표 3-5> 업종별 지역별 비례배분(표본크기=1,200) .....	37
<표 3-6> 업종별 지역별 제공근 비례배분(표본크기=1,200) .....	38
<표 3-7> 업종별 지역별 절충배분(표본크기=1,200) .....	39
<표 4-1> 조사표 회수 현황 .....	51
<표 4-2> 업종별 조사표 회수 및 집계 현황 .....	52



## 요약

측량업체임금실태조사는 측지측량업, 연안조사측량업, 항공촬영업, 공간영상도화업, 영상처리업, 지도제작업, 수치지도제작업, 지하시설물측량업, 공공측량업은 전수조사로 진행하고, 일반측량업은 표본조사를 하고 있다. 일반측량업에 대해 표본조사를 실시하고 있으나 표본규모를 산출하는 근거가 부족하고 표본을 배분하여 추출하는 과정에 대한 설명이 미흡할 뿐만 아니라, 특히 표본조사임에도 불구하고 가중치 및 추정식이 제시되고 있지 않아 개선이 필요한 상황이었다. 또한, 전수조사에서의 응답률이나 무응답 처리 방법, 그리고 표본조사에서의 표본대체 현황에 대한 정보도 제공하지 않고 있어 보완이 필요한 상황이었다.

본 연구에서는 2019년 측량업체임금실태조사 결과와 2020년 정기통계 품질진단 결과를 토대로 새로운 표본설계 방안(표본추출방법, 표분배분, 가중치 부여 및 모수추정 등)과 무응답 처리 방안 등을 마련하여 측량업체임금실태조사의 품질을 개선하고자 하였다.

연구결과, 현행 표본설계와 표본설계 개선안을 비교하여 요약하면 다음과 같다.

**<표 1-1> 신규 표본설계 요약 비교**

구분	현행 표본설계	표본설계 개선안
모집단과 표본추출률	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 목표모집단: 『공간정보 구축 및 관리 등에 관한 법률』에 의하여 등록된 측량업체에서 근무하는 측량기술자</li> <li>- 조사모집단: 2019년 5월 31일 기준 공간정보 구축 및 관리 등에 관한 법률에 의하여 등록된 측량업체</li> <li>- 표본추출률: 2019년 5월 31일 기준으로 「공간정보 구축 및 관리 등에 관한 법률」에 의하여 신고된 측량업체</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 목표모집단: 『공간정보 구축 및 관리 등에 관한 법률』에 의하여 등록된 측량업체에서 근무하는 측량기술자</li> <li>- 조사모집단: 2020년 5월 31일 기준 공간정보 구축 및 관리 등에 관한 법률에 의하여 등록된 측량업체</li> <li>- 표본추출률: 2020년 5월 31일 기준으로 「공간정보 구축 및 관리 등에 관한 법률」에 의하여 신고된 측량업체</li> </ul>

구분	현행 표본설계	표본설계 개선안
층화기준	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 층화: 17개 광역시도별로 층화</li> <li>- 전수업종 : 측지측량업, 연안조사측량업, 항공촬영업, 공간영상도화업, 영상처리업, 지도제작업, 수치지도제작업, 지하시설물측량업, 공공측량업</li> <li>- 표본업종 : 일반측량업</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 업종별(10개) 지역별(17개)로 층화</li> <li>- 전수업종 : 측지측량업, 연안조사측량업, 항공촬영업, 공간영상도화업, 영상처리업</li> <li>- 표본업종 : 지도제작업, 수치지도제작업, 지하시설물측량업, 공공측량업, 일반측량업</li> </ul>
표본크기 및 표본배분	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 일반측량업 표본크기 : 400개</li> <li>- 표본크기 산출식 미제공</li> <li>- 표본배분 : 비례배분법</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 표본크기 : 1,000개, 1,200개</li> <li>- 표본크기 산출식 제공</li> <li>- 표본배분 : 제곱근비례배분 및 절충배분</li> </ul>
표본추출	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 사업체를 17개 시도별로 등록년월일 올림차순으로 정렬한 후 계통추출</li> <li>- 각 시도별 모집단 사업체수가 5개 이하인 경우에는 대표성을 위해 표본사업체로 전부 추출하고, 또한 표본사업체로 추출된 사업체수가 5개 이하인 경우에도 대표성을 위해 최소 5개를 추출함</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 업종별 지역별 층에서 등록년월일 올림차순으로 정렬한 후 계통추출</li> </ul>
가중치	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 가중치 : 제시하고 있지 않음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>h</math>층의 <math>i</math>번째 업종의 기본가중치 : <math display="block">w_{hi}^B = \frac{N_h}{n_h}</math> <math>N_h</math>: <math>h</math>층의 모집단 업종 수  <math>n_h</math>: <math>h</math>층의 표본 업종 수</li> <li>- 무응답 조정 가중치 : <math>w_{hi}^R = \frac{n_h}{r_h}</math>  <math>r_h</math>: <math>h</math>층에서 응답한 업종의 수</li> <li>- 사후층화가중치 : <math>w_{hi} = w_{hi}^B \times w_{hi}^R \times \frac{X_h}{\hat{X}_h}</math>  <math>X_h</math>: <math>h</math>층의 최신 모집단 업종의 총수  <math>\hat{X}_h</math>: <math>h</math>층의 가중합</li> </ul>

구분	현행 표본설계	표본설계 개선안
모수추정	- 모수추정식 : 제시하고 있지 않음	<p>1) 평균 추정</p> <p>- 주요변수에 대한 평균 추정량 :</p> $\bar{y} = \frac{\sum_{h=1}^L \sum_{i=1}^{n_h} w_{hi} y_{hi}}{\sum_{h=1}^L \sum_{i=1}^{n_h} w_{hi}}$ <p><math>h = 1, 2, \dots, L</math> : 층의 수  <math>i = 1, 2, \dots, n_h</math> : <math>h</math>층 내의 업종 수  <math>w_{hi}</math> : <math>h</math>층의 <math>i</math>번째 업종의 최종 가중치  <math>y_{hi}</math> : <math>h</math>층의 <math>i</math>번째 업종으로부터 얻은 변수값</p> <p>- 주요변수에 대한 평균 추정량의 분산추정량 :</p> $\hat{V}(\bar{y}) = \sum_{h=1}^L \frac{n_h(1-f_h)}{n_h-1} \sum_{i=1}^{n_h} (e_{hi} - \bar{e}_h)^2$ <p><math>f_h</math> : 추출률  <math>e_{hi} = w_{hi}(y_{hi} - \bar{y})/w_{..}</math>  <math>\bar{e}_h = \left( \sum_{i=1}^{n_h} e_{hi} \right) / n_h</math>  <math>w_{..} = \sum_{h=1}^L \sum_{i=1}^{n_h} w_{hi}</math></p> <p>- 주요변수에 대한 평균 추정량의 상대표준오차 :</p> $\widehat{RSE}(\bar{y}) = \frac{\sqrt{\hat{V}(\bar{y})}}{\bar{y}} \times 100$ <p>2) 총계 추정</p> <p>- 주요변수에 대한 총계 추정량 :</p> $\hat{Y} = \sum_{h=1}^L \sum_{i=1}^{n_h} w_{hi} y_{hi}$ <p>- 주요변수에 대한 총계 추정량의 분산추정량 :</p> $\hat{V}(\hat{Y}) = \sum_{h=1}^L \frac{n_h(1-f_h)}{n_h-1} \sum_{i=1}^{n_h} (\tau_{hi} - \bar{\tau}_h)^2$ <p><math>\tau_{hi} = w_{hi}y_{hi}</math>, <math>\bar{\tau}_h = \frac{1}{n_h} \sum_{i=1}^{n_h} \tau_{hi}</math></p> <p>- 주요변수에 대한 총계 추정량의 상대표준오차 :</p> $\widehat{RSE}(\hat{Y}) = \frac{\sqrt{\hat{V}(\hat{Y})}}{\hat{Y}} \times 100(\%)$

구분	현행 표본설계	표본설계 개선안
모수추정		<p>3) 비율 추정</p> <p>- 주요변수에 대한 비율 추정량 :</p> $\hat{p} = \frac{\sum_{h=1}^L \sum_{i=1}^{n_h} w_{hi} y_{hi}}{\sum_{h=1}^L \sum_{i=1}^{n_h} w_{hi}}, \quad y_{hi} \text{는 } 0 \text{ 또는 } 1$ <p>- 주요변수에 대한 비율 추정량의 분산추정량 :</p> $\hat{V}(\hat{p}) = \sum_{h=1}^L \frac{n_h(1-f_h)}{n_h-1} \sum_{i=1}^{n_h} (e_{hi} - \bar{e}_h)^2$ <p>- 주요변수에 대한 비율 추정량의 상대표준오차 :</p> $\widehat{RSE}(\hat{p}) = \frac{\sqrt{\hat{V}(\hat{p})}}{\hat{p}} \times 100$ <p>4) 특성별 평균 추정</p> <p>- 특정 영역 <math>D</math>(기술자 등급 등)에 해당되는 지를 나타내는 지시함수 :</p> $I_D(h, i) = \begin{cases} 1, & (h, i) \in D \text{인 경우} \\ 0, & \text{그 이외} \end{cases}$ <p>- 새로운 변수 <math>z_{hi}</math>와 가중치 <math>v_{hi}</math> :</p> $z_{hi} = y_{hi} I_D(h, i)$ $v_{hi} = w_{hi} I_D(h, i) = \begin{cases} w_{hi}, & (h, i) \in D \text{인 경우} \\ 0, & \text{그 이외} \end{cases}$ <p>- 영역 <math>D</math>(기술자 등급 등)에 대한 평균 추정량 <math>\bar{y}_D</math> :</p> $\bar{y}_D = \frac{\sum_{h=1}^L \sum_{i=1}^{n_h} v_{hi} z_{hi}}{\sum_{h=1}^L \sum_{i=1}^{n_h} v_{hi}}$

구분	현행 표본설계	표본설계 개선안
모수추정		<p>- 영역 <math>D</math>(기술자 등급 등)에 대한 평균 추정량 <math>\bar{y}_D</math>의 분산추정량 :</p> $\hat{V}(\bar{y}_D) = \sum_{h=1}^L \frac{n_h(1-f_h)}{n_h-1} \sum_{i=1}^{n_h} (e_{hi} - \bar{e}_h)^2$ $e_{hi} = v_{hi}(z_{hi} - \bar{y}_D)/v_{..}$ $\bar{e}_h = \left( \sum_{i=1}^{n_h} e_{hi} \right) / n_h$ $v_{..} = \sum_{h=1}^L \sum_{i=1}^{n_h} v_{hi}$ <p>- 영역 <math>D</math>(기술자 등급 등)에 대한 평균 추정량 <math>\bar{y}_D</math>의 상대표준오차 :</p> $\widehat{RSE}(\bar{y}_D) = \frac{\sqrt{\hat{V}(\bar{y}_D)}}{\bar{y}_D} \times 100 (\%)$

결론적으로 새로운 표본설계에서는 업종과 지역을 층화기준으로 구축된 조사모집단에 대한 충분한 분석을 통해 모집단의 특성을 잘 반영한 효과적인 표본배분방법과 표본추출방법을 제시하였으며, 응답률이 낮거나 업종별 크기가 일정 수 이상인 전수층의 업종을 표본층으로 전환하는 방안을 검토하였다. 그리고 정확한 통계산출을 위해서는 표본설계에 따라 설계가중치와 조사과정에서 발생하는 무응답 조정을 위한 무응답조정가중치 등을 적용한 가중치를 부여하는 과정을 구체적으로 기술하였고, 모수추정 식을 제시하였다. 또한 항목무응답 및 단위무응답 현황과 발생 이유를 검토한 후, 무응답 처리 방안을 마련하였다.

마지막으로 통계작성을 체계화하고 전수조사의 경우 응답률을 높이기 위한 노력과 파라데이터 관리를 통한 조사과정에서 발생할 수 있는 비표본오차를 줄이기 위한 노력의 필요성에 대하여 제언하였다.



# 제 1 장 서 론

## 제 1 절 연구배경 및 목적

측량업체임금실태조사는 『공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률』에 의하여 등록된 측량업체에서 근무하는 측량기술자의 실지급 임금수준을 조사하여 측량사업 수행시 투입기술자의 실지급 임금으로 적용하기 위한 기초자료를 해당업체 및 유관기관에 제공하고자 한다. 또한 측량대가의 기준(국토지리정보 원고시 제2020-1695호, 2020.4.17.)에 의한 기본측량 및 공공측량 등의 용역비 산출에 적용하도록 한다.

공간정보산업협회에서 작성하고 있는 측량업체임금실태조사는 1999년에 국가승인통계(제37701호)로 지정되었으며, 작성주기는 1년이고, 『공간정보 구축 및 관리 등에 관한 법률』에 의하여 등록된 측량업체에서 근무하는 측량기술자를 조사대상으로 하고 있다.

조사항목은 업체현황, 인력보유현황(측량전담기술인력(남, 여), 기타인력, 전체인원), 임금동향(상승, 인하, 동결) 및 변동율(변동원인), 기술자 등급별 임금현황(기본급여, 제수당, 월간상여금, 월간퇴직급여충당금, 월간사회보험료(회사부담분)), 측량보조원(측부) 임금현황(총금액, 평균일당, 최고임금, 최저임금, 작업시간, 휴식시간) 등이다. 매년 5월 31일 기준으로 「공간정보 구축 및 관리 등에 관한 법률」에 의하여 신고된 측량업종을 표본추출틀로 구성하고 있으며, 측지측량업, 연안조사측량업, 항공촬영업, 공간영상도화업, 영상처리업, 지도제작업, 수치지도제작업, 지하시설물측량업, 공공측량업은 전수조사를 일반측량업은 표본조사를 실시하고 있다. 일반측량업은 측량업체의 등록년월일을 기준으로 계통추출로 표본업체를 선정하고 있으며, 조사방법은 우편조사, 팩스조사, 인터넷조사를 병행하고 있다.

측량업체임금실태조사의 2020년 정기통계품질진단 내용 중 표본설계와 관

련하여 검토한 결과, 표본조사로 진행되는 일반측량업은 표본대체를 통하여 단위무응답을 처리하고 있지만 전수조사 업종의 경우 응답 불응시 무응답에 대한 가중치 조정없이 평균임금을 산출하고 있었으며, 일반측량업의 표본규모 산출 근거가 부족하고 가중치 및 모수 추정식이 제시되지 않은 것으로 나타났다. 그래서 측량업체임금실태조사는 ‘표본 재설계’와 ‘응답률 관리’ 등이 필요한 것으로 파악되었다.

따라서 본 연구에서는 2019년 측량업체임금실태조사 결과와 2020년 정기통계 품질진단 결과를 토대로 새로운 표본설계 방안(표본추출방법, 표본배분, 가중치 부여 및 모수추정 등)과 무응답 처리 방안 등을 마련하여 측량업체임금실태조사의 품질을 개선하고자 한다.

## 제 2 절 연구내용 및 방법

본 연구에서는 측량업체임금실태조사 통계의 신뢰성 제고를 위해 개선방안을 제시한다. 표본이 모집단을 잘 대표하고, 모집단의 특성이 표본에 반영되도록 설계하며, 과거 조사설계의 한계점이나 문제점 등을 검토한다. 그리고 2019년 측량업체임금실태조사 자료 분석을 통해 표본배분을 위한 변수 등을 찾아 표본설계안에 반영한다. 이를 위해서 다음과 같은 단계에 걸쳐서 세부적인 내용을 다룬다.

### 1. 표본설계 방안

2020년에 조사된 측량업체임금실태조사 원시자료(raw-data)를 이용해서 주요 문항별 특성을 분석한다. 그리고 2019년의 조사설계 전 과정을 상세히 검토해서 현행 조사의 문제점, 개선내용 등을 종합적으로 파악하여 표본설계안에 반영한다.

표본설계안에서는 기존의 조사설계에서의 미흡했던 점이나 한계점들을 찾아서 보완토록 한다. 2019년 측량업체임금실태조사 자료와 최신 모집단 자료를 심층 분석해서 주요 관련변수를 찾고 이를 표본배분에 반영한다. 최종적으로 연구진, 외부전문가 그리고 작성기관 실무진들과의 협의를 통해 표본배분 기준을 정한다. 표본추출은 업종별 지역별로 층화하여, 표본배분 원칙에 따라 표본추출프로그램(SAS)을 이용하여 배분한다. 모수 추정을 위한 가중치와 추정치의 오차계산을 위해 분산추정식을 제시하고 아울러 가중치 계산과정을 다룬다.

## 2. 무응답 분석 및 처리 방안

전수조사 부문은 응답률에 따라 조사결과에 영향을 크게 미칠 수 있고 표본조사 부문에서도 표본대체 현황 및 응답률 파악이 매우 중요하다.

따라서 전수조사와 표본조사를 구분하여 응답 현황 및 무응답 사유를 파악 분석하고 그 처리 방안을 다룬다.

상기의 단계적인 세부 내용을 수행하기 위해서 다음과 같은 방법을 사용한다.

### 1) 조사연구

최근 측량업체임금실태조사 보고서와 현행 조사설계 방안 등을 분석한다. 그리고 표본추출틀 정비, 모집단 분석, 표본오차의 추정을 위하여 연관된 조사 자료를 수집한다. 또한 추정량, 추정량의 오차를 계산하기 위한 가중치 계산, 표본추출방법, 표본배분 공식, 분산추정식, 무응답 처리 방법 등에 대한 통계이론들을 살펴본다. 문헌검토 및 자료 수집을 통해서 여러 사례들을 검토한다.

## 2) 관련전문가의 의견 수렴 및 검토회의 개최

본 조사를 총괄적으로 담당한 작성기관 관련자들과 측량업체임금실태조사 관련 전문가, 통계청 관계자들, 그리고 표본설계 전문가들과 자문회의 등을 통해 수시로 문제점 등을 협의한다.

## 제 3 절 연구의 기본 목표와 절차

본 연구에서는 다음 사항들을 기본목표로 한다.

- (1) 측량업체임금실태조사를 최신의 표본추출틀을 마련한다.
- (2) 2019년 표본설계의 장·단점을 분석하고 문제점을 보완해서 조사결과 의 정확성과 신뢰성을 높일 수 있도록 표본설계를 한다.
- (3) 확률추출을 근간으로 해서 특성별 추정이 가능하도록 추정량과 추정량 의 분산추정식을 제시한다.
- (4) 항목무응답 및 단위무응답 현황과 발생 이유를 검토한 후, 무응답 처리 방안을 마련한다.

한편, 효율적인 연구를 위해서 다음과 같은 단계적 절차를 밟는다.

- (1) 최신의 표본추출틀 자료를 분석한다.
- (2) 2019년 측량업체임금실태조사 자료로부터 업종별 지역별 특성을 분석 하고 표본배분을 위한 변수 등을 찾아 표본설계에 반영한다.
- (3) 주어진 조사여건 하에서 층화방법, 추출방법, 표본배분방법 등을 결정 한다.
- (4) 가중치와 추정량, 그리고 추정량에 대한 오차공식 등을 제시한다.
- (5) 무응답 현황 분석 및 무응답 처리 방안을 마련한다. 특히 측량업체임금 실태조사 담당자가 쉽게 적용할 수 있는 무응답 처리방안을 제시한다.

## 제 2 장 측량업체임금실태조사 검토 및 조사데이터 분석

### 제 1 절 측량업체임금실태조사 및 표본설계

#### 1. 2019년 측량업체임금실태조사 개요

##### 1) 통계명 및 작성기관

(1) 통계명 : 측량업체임금실태조사 (작성주기 : 1년)

(2) 승인번호 : 제377001호

(3) 작성기관 : 공간정보산업협회

##### 2) 조사목적 및 조사대상

(1) 조사목적 : 측량·수로조사 및 지적에 관한 법률에 의하여 등록된 측량업체에서 근무하는 측량기술자의 실지급 임금수준을 조사하여 업체 및 유관기관에 제공

(2) 조사대상 : 『공간정보 구축 및 관리 등에 관한 법률』에 의하여 등록된 측량업체에서 근무하는 측량기술자

##### 3) 조사항목 및 조사방법

(1) 조사항목 : 업체현황, 인력보유현황(측량전담기술인력(남, 여), 기타인력, 전체인원), 임금동향(상승, 인하, 동결) 및 변동율(변동원인), 기술자 등급별 임금현황(기본급여, 제수당, 월간상여금, 월간 퇴직급여충당금, 월간사회보험료(회사부담분)), 측량보조원(측부) 임금현황(총금액, 평균일당, 최고임금, 최저임금, 작업시간, 휴식시간)

(2) 조사방법 : 우편조사, 팩스조사, 인터넷조사

## 2. 2019년 측량업체임금실태조사 표본설계

### 1) 모집단과 표본추출틀

(1) 목표모집단 : 『공간정보 구축 및 관리 등에 관한 법률』에 의하여 등록된 측량업체에서 근무하는 측량기술자

(2) 조사모집단 : 2019년 5월 31일 기준 공간정보 구축 및 관리 등에 관한 법률에 의하여 등록된 측량업체에 대한 전수조사(지적측량업체 제외), 일반측량업은 표본 사업체만 조사

- 조사모집단과 목표모집단 간 차이 : 2019년 5월 31일 기준 사업체를 대상으로 일반측량업체(표본추출)를 제외한 업종은 전수조사로 포함오차는 없음

(3) 표본추출틀 : 매년 5월 31일 기준으로 「공간정보 구축 및 관리 등에 관한 법률」에 의하여 신고된 측량업체를 표본추출틀로 구성

## 2) 층화 및 표본규모

### (1) 층화

- 층화 : 17개 광역시도별로 층화
- 전수업종 : 측지측량업, 연안조사측량업, 항공촬영업, 공간영상도화업, 영상처리업, 지도제작업, 수치지도제작업, 지하시설물측량업, 공공측량업
- 표본업종 : 일반측량업

### (2) 표본규모

- 일반측량업체의 영세성으로 업체의 소재지 및 연락처가 불분명하여 조사에 어려움이 많으며, 신설 업체의 경우 정확한 조사자료의 수집이 곤란하며 비용, 시간 및 인력 등의 측면에서 비효율적이라 판단되어 400여 개 업체로 선정

## 3) 표본배분방법 및 표본추출방법

### (1) 표본배분방법

- 비례배분법

### (2) 표본추출방법

- 사업체를 17개 시도별로 등록년월일 올림차순으로 정렬한 후 계통추출
- 각 시도별 모집단 사업체수가 5개 이하인 경우에는 대표성을 위해 표본사업체로 전부 추출하고, 또한 표본사업체로 추출된 사업체수가 5개 이하인 경우에도 대표성을 위해 최소 5개를 추출함

## 4) 무응답 관리 방안

(1) 무응답 대처 방법 : 무응답 최소화를 위해 적용한 조치나 방법

- 조사표 발송 직전에 업체 변경, 폐업 여부 확인 후 발송
- 개인정보 보호 등으로 조사를 꺼려하는 경우 인터넷 조사 시행
- 전문가 자문회의를 통한 무응답자 응답 전환 전략 및 대처방안 마련

(2) 단위 무응답 대처 방법 1 : 조사 불응에 대한 대처방법

- 조사목적, 통계목적으로만 사용 등 조사의 필요성을 충분히 설명하고 협조를 요청
- 성실응답의무(통계법 제32조), 비밀의 보호(통계법 제33조) 조항을 활용
- 최소 4~5회 이상 유선 통화하여 설득
- 제출 협조문을 4회~5회 이상 발송하고, 조사에 응하도록 요청
- 조사 가능한 항목을 최대한 조사
  - 기본사항(사업체명, 소재지, 사업의 내용, 종사자수 등)을 작성
  - 기타 특성항목도 조사 가능한 내용까지 최대한 조사

(3) 단위 무응답 대처 방법 2 : 장기부재로 인해 조사가 불가능한 경우에 대한 대처방법

- 지체없이 조사관리자에게 보고
- 해당 사업체의 내용을 잘 알고 있는 인근 부동산 중개업자 및 사업주에게 사업체의 상황을 문의하여 파악 가능한 항목까지 최대한 조사

(4) 항목 무응답 대처 방법

- 우편·팩스 등으로 회수한 조사표의 경우 항목 무응답이 있는 경우 조사표 작성자 유선연락을 통해 무응답 항목에 대한 답변을 요구하여 기입하거나, 무응답 항목이 없는 조사표를 다시 회수함

- 방문조사의 경우 무응답 항목 기재 여부를 확인하여 회수
- 인터넷조사의 항목 무응답의 경우 조사표 제출이 되지 않기 때문에, 진행 중으로 방치하는 경우가 발생하는데, 이때는 유선으로 연락하여 무응답 항목에 대한 답변을 요구

(5) 무응답으로 처리하기 위한 조건과 처리과정

- 조사 불응 : 면접 거부나 응답기피 등 조사에 불응하는 경우, 조사관리자의 설득
  - ☞ 위의 조치에도 불구하고 불응과 부재가 계속될 경우, 불응 또는 부재로 처리

## 제 2 절 측량업체임금실태조사 현황 분석

### 1. 업종별 지역별 모집단 현황

2019년 측량업체임금실태조사의 업종별 지역별 모집단 현황은 다음과 같다. 전체 측량업종수는 4,205개이며, 이를 업종별로 살펴보면 일반측량업이 2,583개로 가장 많은 것으로 나타났으며, 그 다음으로는 공공측량업이 637개로 많이 나타났다. 그리고 측량업체를 지역별로 살펴보면 경기도가 1,326개로 가장 많은 것으로 나타났다.

<표 2-1> 업종별 지역별 모집단 현황

(단위 : 개)

구분	측지 측량 업	연안 조사 측량 업	항공 촬영 업	공간 영상 도화 업	영상 처리 업	지도 제작 업	수치 지도 제작 업	지하 시설 측량 업	공공 측량 업	일반 측량 업	계
서울특별시	18	11	3	13	15	41	44	25	36	99	305
부산광역시	2	2	0	0	2	6	8	9	17	52	98
대구광역시	1	0	0	0	2	2	4	2	9	31	51
인천광역시	4	1	0	3	6	8	7	7	27	47	110
광주광역시	0	0	0	0	0	2	1	1	2	18	24
대전광역시	1	0	0	0	0	3	5	3	7	28	47
울산광역시	0	0	0	0	0	1	6	6	10	32	55
세종특별자치시	0	0	0	0	0	0	1	1	2	23	27
경기도	39	16	10	23	28	47	90	82	99	892	1,326
강원도	3	0	0	0	2	4	18	15	56	260	358
충청북도	4	1	1	2	1	4	12	11	37	206	279
충청남도	4	1	1	2	4	7	17	16	51	288	391
전라북도	5	1	1	4	4	5	13	20	52	92	197
전라남도	5	3	1	1	2	4	18	18	96	113	261
경상북도	7	2	1	2	4	12	27	23	86	201	365
경상남도	3	1	0	3	2	3	17	15	43	165	252
제주특별자치도	0	0	0	0	0	5	5	6	7	36	59
계	96	39	18	53	72	154	293	260	637	2,583	4,205

## 2. 업종별 지역별 조사 현황

2019년 측량업체임금실태조사에서 조사된 업종별 지역별 측량업종 수는 2,026개이며, 전수층이 1,622개 표본층이 404개인 것으로 나타났다. 전수조사 업종인 측지측량업, 연안조사측량업, 항공촬영업, 공간영상도화업, 영상처리

업, 지도제작업, 수치지도제작업, 지하시설물측량업, 공공측량업에 따른 지역별 조사현황과 표본조사 업종인 일반측량업에 따른 지역별 표본배분 현황은 다음과 같다.

<표 2-2> 업종별 지역별 조사 현황

(단위 : 개)

구분	전수조사									표본조사	계
	측지측량업	연안조사측량업	항공촬영업	공간영상도화업	영상처리업	지도제작업	수치지도제작업	지하시설물측량업	공공측량업	일반측량업	
서울특별시	18	11	3	13	15	41	44	25	36	15	221
부산광역시	2	2	0	0	2	6	8	9	17	8	54
대구광역시	1	0	0	0	2	2	4	2	9	5	25
인천광역시	4	1	0	3	6	8	7	7	27	7	70
광주광역시	0	0	0	0	0	2	1	1	2	3	9
대전광역시	1	0	0	0	0	3	5	3	7	4	23
울산광역시	0	0	0	0	0	1	6	6	10	5	28
세종특별자치시	0	0	0	0	0	0	1	1	2	4	8
경기도	39	16	10	23	28	47	90	82	99	140	574
강원도	3	0	0	0	2	4	18	15	56	41	139
충청북도	4	1	1	2	1	4	12	11	37	32	105
충청남도	4	1	1	2	4	7	17	16	51	45	148
전라북도	5	1	1	4	4	5	13	20	52	14	119
전라남도	5	3	1	1	2	4	18	18	96	18	166
경상북도	7	2	1	2	4	12	27	23	86	31	195
경상남도	3	1	0	3	2	3	17	15	43	26	113
제주특별자치도	0	0	0	0	0	5	5	6	7	6	29
계	96	39	18	53	72	154	293	260	637	404	2,026

일반측량업 2,583개로부터 404개의 표본배분 결과를 살펴보면, 지역에 따라 표본이 너무 작게 배분되는 문제점이 있는 것으로 나타났다. 따라서 지역별 표본배분이 적절히 이루어질 수 있도록 표본설계의 개선이 필요함을 알 수 있다.

### 3. 업종별 지역별 측량전담기술인력 분석

2019년 측량업체임금실태조사 결과, 업종별(10개) 지역별(17개) 측량전담기술인력을 살펴보면 다음과 같다.

전체 측량전담기술인력은 51,737명이며, 이를 업종별로 살펴보면 공공측량업이 12,128명으로 가장 많은 것으로 나타났으며, 그 다음으로는 수치지도제작업이 8,859명으로 많이 나타났다. 그리고 측량업체를 지역별로 살펴보면 경기도가 18,487명으로 가장 많은 것으로 나타났다.

<표 2-3> 업종별 지역별 측량전담기술인력

(단위 : 명)

구분	측지 측량 업	연안 조사 측량 업	항공 촬영 업	공간 영상 도화 업	영상 처리 업	지도 제작 업	수치 지도 제작 업	지하 시설 물측 량업	공공 측량 업	일반 측량 업	계
서울특별시	811	664	346	618	639	621	2,085	824	1,779	440	8,827
부산광역시	53	74	0	0	75	0	125	105	161	114	707
대구광역시	20	0	0	0	31	9	38	31	11	58	198
인천광역시	214	108	0	141	297	106	336	336	284	111	1,933
광주광역시	0	0	0	0	0	0	0	9	9	22	40
대전광역시	27	0	0	0	0	2	59	57	166	0	311
울산광역시	0	0	0	0	0	0	209	209	215	56	689
세종특별자치시	0	0	0	0	0	0	0	0	20	1	21
경기도	1,957	1,157	953	1,465	1,627	1,532	2,538	3,476	3,061	721	18,487
강원도	79	0	0	0	62	83	751	550	1,311	216	3,052
충청북도	268	115	115	179	115	268	358	333	724	100	2,575
충청남도	128	82	82	97	152	97	276	273	761	283	2,231
전라북도	435	309	52	406	419	352	562	592	605	171	3,903
전라남도	311	117	55	55	80	67	489	486	783	181	2,624
경상북도	201	83	55	70	174	55	650	553	1,438	270	3,549
경상남도	141	81	0	141	123	81	306	300	691	377	2,241
제주특별자치도	0	0	0	0	0	20	77	77	109	66	349
계	4,645	2,790	1,658	3,172	3,794	3,293	8,859	8,211	12,128	3,187	51,737

#### 4. 2020년 측량기술자 임금 분석

측량대가의 기준(국토지리정보원고시 제2019-130호, 2019.5.20.)에 의한 기본측량 및 공공측량 등의 용역비 산출에 적용토록 하고자, 통계법 제27조 및 동법시행령 제 42조의 규정에 의하여 2020년도에 적용할 측량기술자의 공표된 임금은 다음과 같다.

<표 2-4> 2020년도 측량기술자 임금

구분	직종	단가(원)	
기술계	기술사	318,627	
	특급	232,190	
	고급	209,221	
	중급	180,481	
	초급	147,479	
기능계	측량	고급	177,709
		중급	150,236
		초급	130,391
	지도제작	고급	178,516
		중급	156,290
		초급	131,216
	도화	고급	200,165
		중급	161,963
		초급	146,831
	항공사진	고급	198,659
		중급	188,254
		초급	159,859
기타	사업용조종사	221,112	
	항법사	206,991	
	항공정비사	205,476	
측부		102,112	

전수조사 업종과 표본조사 업종 모두 응답업체만으로 평균임금을 산출할 경우 편향될 수 있으므로 전수조사 업종의 경우에는 가중치 조정 방법을 적용할 필요가 있으며, 표본조사 업종 역시 가중치를 이용한 모수추정이 이루어질 필요가 있다. 따라서 가중치 조정과 모수추정에 의해 측량기술자 임금

을 추정하고, 신뢰구간 및 상대표준오차(%)를 구해보면 다음과 같다.

<표 2-5> 가중치 조정에 의한 측량기술자 추정 임금 신뢰구간 및 상대표준오차

구분	직종	추정임금(원)	신뢰구간		상대표준 오차(%)	
			하한	상한		
기술계	기술사	298,684	275,426	317,451	3.502	
	특급	222,907	219,202	228,107	1.064	
	고급	209,806	206,184	212,176	0.772	
	중급	179,187	176,034	182,354	0.935	
	초급	146,784	144,306	148,604	0.770	
기능계	측량	고급	177,541	167,139	187,944	2.956
		중급	139,401	131,518	147,285	2.871
		초급	132,055	128,582	135,528	1.340
	지도제작	고급	178,515	168,625	188,406	2.785
		중급	157,135	150,576	163,695	2.117
		초급	132,253	127,221	137,285	1.925
	도화	고급	200,340	189,429	211,252	2.731
		중급	161,952	153,139	170,764	2.744
		초급	146,345	136,008	156,682	3.533
	항공사진	고급	198,014	160,109	235,919	9.111
		중급	188,293	158,692	217,894	7.633
		초급	159,515	139,166	179,864	6.095
기타	사업용조종사	221,082	206,122	236,043	3.303	
	항법사	207,569	114,097	301,041	10.466	
	항공정비사	205,567	173,082	238,051	7.620	
측부		101,819	93,933	109,706	3.872	

조사된 결과에 의해 작성된 측량기술자 임금과 가중치 조정과 모수 추정에 의해 추정된 측량기술자의 임금 간에는 약간의 차이가 있는 것으로 나타났다. 그리고 측량기술자 임금과 가중치 조정에 의한 측량기술자 추정 임금의 신뢰구간을 비교해 본 결과, 기술계 기술사와 기능계 측량의 중급을 제외한 모든 직종의 추정임금이 95% 신뢰구간에 있음을 확인할 수 있었다. 또한, 기술자 등급별 임금의 상대표준오차는 0.770%~10.466%로 나타났다.

2020년도 측량기술자 임금과 가중치 조정에 의한 측량기술자 추정 임금의 차이를 구해보면 <표 2-6>과 같다.

2020년도 측량기술자 임금과 가중치 조정에 의한 측량기술자 추정 임금의 차이를 비교해 본 결과 기술계 기술사가 19,943원 과소추정되었으며, 기능계 측량의 중급이 10,835원 과소추정되었다.

응답업체 만을 대상으로 산출된 임금은 편향이 있을 수 있으므로 가중치를 활용한 모수 추정에 의한 임금 추정이 더 바람직한 방법이라고 판단되지만, 기술계 기술사와 기능계 측량의 중급의 경우 신뢰구간을 벗어나 과소추정되고 있으므로, 가중치 조정에 의한 측량기술자 추정 임금 적용 여부는 충분한 논의를 통해 결정될 필요가 있다.

<표 2-6> 2020년 측량기술자 임금과 가중치 조정에 의한 추정 임금과의 차이

(단위 : 원)

구분	직종	임금	추정임금	차이	
기술계	기술사	318,627	298,684	-19,943	
	특급	232,190	222,907	-9,283	
	고급	209,221	209,806	585	
	중급	180,481	179,187	-1,294	
	초급	147,479	146,784	-695	
기능계	측량	고급	177,709	177,541	-168
		중급	150,236	139,401	-10,835
		초급	130,391	132,055	1,664
	지도제작	고급	178,516	178,515	-1
		중급	156,290	157,135	845
		초급	131,216	132,253	1,037
	도화	고급	200,165	200,340	175
		중급	161,963	161,952	-11
		초급	146,831	146,345	-486
	항공사진	고급	198,659	198,014	-645
		중급	188,254	188,293	39
		초급	159,859	159,515	-344
기타	사업용조종사	221,112	221,082	-30	
	항법사	206,991	207,569	578	
	항공정비사	205,476	205,567	91	
측부		102,112	101,819	-293	

### 제 3 절 측량업체임금실태조사 검토 내용

측량업체임금실태조사의 2020년 정기통계 품질진단을 통해 도출된 문제점 및 개선사항과 본 연구에서 검토하여 개선이 필요한 사항을 정리하면 다음과 같다.

#### 1. 표본설계 개선

측량업체임금실태조사는 측지측량업, 연안조사측량업, 항공촬영업, 공간영상도화업, 영상처리업, 지도제작업, 수치지도제작업, 지하시설물측량업, 공공측량업에 대한 모집단 1,622개는 전수조사로 진행하고, 일반측량업 2,583개에 대해서는 404개 표본을 추출하여 조사하고 있다. 일반측량업에 대해 표본조사를 실시하고 있으나 표본규모를 산출하는 근거가 부족하고 표본을 배분하여 추출하는 과정에 대한 설명이 미흡하다. 특히 표본조사임에도 불구하고 가중치 및 추정식이 제시되고 있지 않다. 따라서 일반측량업의 경우 표본조사로 진행되고 있으므로 표본설계 내역을 상세하게 제시할 필요가 있다. 또한 전수조사업종 중에서 응답률이 낮거나 업종별 크기가 일정 수 이상인 경우 전수조사에 어려움이 있어 표본조사 업종으로 전환하는 문제를 검토할 필요가 있다.

그러므로 표본규모에 대한 타당성을 검토하고, 층화방법 및 배분방법은 조사 목적에 맞도록 가장 효율적인 방법을 적용해야 할 것이다. 특히 현재 비례배분을 적용할 때 특정 지역에 표본이 너무 작게 배분되는 문제가 발생하므로 다양한 표본배분방법을 검토하여 정확한 추정이 될 수 있도록 배분방법을 결정해야 한다.

그리고 표본조사는 추출된 표본에 대해 가중치 작성 방법 및 모수를 추정하는 방법이 같이 제시되어야 한다. 표본설계방법에 따른 가중치 및 모수추정식, 분산추정식을 작성하고, 추정식을 이용하여 주요 표본조사 결과에 대한 상대

표준오차도 같이 제시되어야 할 것이다.

마지막으로 표본설계 과정을 이해할 수 있도록 표본조사에 대한 표본설계 내역서를 구체적으로 작성해야 할 것이다.

## 2. 무응답 처리 방안

항목무응답과 단위무응답의 대체방법과 처리과정에 대해서는 잘 기술되어 있으나 응답률은 제시하고 있지 않다. 전수조사 부문은 응답률에 따라 조사 결과에 영향을 크게 미칠 수 있고 표본조사 부문에서도 표본대체 현황 및 응답률에 대한 파악이 매우 중요하다. 전수조사와 표본조사를 구분하여 응답 현황 및 사유를 파악하고 관리를 할 필요가 있다. 특히 전수조사에서는 응답률에 따라 조사의 신뢰도가 크게 영향을 받으므로 응답률이 결과보고서에 제시되어야 한다. 그리고 표본조사에서도 응답률에 따라 가중치를 조정해서 추정해야 하며 표본대체 현황에 대해서도 파악하여 관리해야 할 것이다.

따라서 무응답 현황을 분석하고 그 처리방안을 마련할 필요가 있다.



## 제 3 장 표본설계 방안

### 제 1 절 표본설계안의 특징

측량업체임금실태조사를 위한 표본설계가 갖는 특징은 다음과 같다.

- (1) 조사의 목적을 충실히 달성하기 위해서 합리적인 표본배분 원칙과 실시의 효율성을 높이도록 한다.
- (2) 최신의 모집단 분석 결과와 2019년 조사데이터 분석결과를 토대로 표본배정을 위한 층화변수 등을 찾고, 표본배분을 하는데 비례배분, 제곱근 비례배분, 절층배분 등을 검토하고, 조사여건을 고려하여 최종 결정한다.
- (3) 본 설계에서는 가중치 부여 과정을 포함해서 모수 추정식과 추정식의 오차계산 공식을 제시한다.

### 제 2 절 모집단 정의 및 분석

#### 1. 모집단과 조사항목

##### 1) 모집단 및 표본추출틀 정의

측량업체임금실태조사의 목표모집단은 『공간정보 구축 및 관리 등에 관한 법률』에 의하여 등록된 측량업체에서 근무하는 측량기술자이다. 그리고 조사모집단은 2020년 5월 31일 기준 공간정보 구축 및 관리 등에 관한 법률에 의하여 등록된 측량업체이며, 표본추출틀은 매년 5월 31일 기준으로 「공간

정보 구축 및 관리 등에 관한 법률」에 의하여 신고된 측량업체이다.

## 2) 조사항목

측량업체임금실태조사의 조사항목은 업체현황(사업자등록번호, 측량업등록번호, 사업체명, 측량업등록일, 대표자, 전화번호, 사업체주소, 주5일근무 시행여부, 연봉제 시행유무), 인력보유현황(측량전담기술인력(남, 여), 기타인력, 전체인원), 임금동향(임금동향(상승, 인하, 동결), 변동율, 변동원인), 기술자등급별 임금현황(기본급여, 제수당, 월간상여금, 월간퇴직급여충당금, 월간사회보험료(회사부담분)), 측량보조원(측부) 임금현황(총금액, 평균일당, 최고임금, 최저임금, 작업시간, 휴식시간), 작성자(소속/직위, 성명, 핸드폰번호, E-mail), 기타의견으로 구성되어 있다.

## 2. 모집단 분석

2020년 5월 31일 기준 공간정보 구축 및 관리 등에 관한 법률에 의하여 등록된 측량업종을 이용하여 조사모집단을 분석하고자 한다. 이 때 분석기준은 측량업체가 아닌 측량업종으로 1개의 측량업체에 3개의 측량업종이 있을 경우 3개를 각각의 추출단위로 간주하였다. 이는 업종별로 임금산정이 다르기 때문에, 사업체 단위로 추출하여 조사하면 업무에 따른 임금산정에 어려움이 발생하게 된다. 따라서 업종을 추출단위로 조사하는 것이 타당하다.

2020년 측량업체실태조사의 업종별(10개) 지역별(17개) 모집단 측량업종 수를 살펴보면 다음과 같다. 전체 측량업종수는 4,227개이며, 이를 업종별로 살펴보면 일반측량업이 2,600개로 가장 많은 것으로 나타났으며, 그 다음으로는 공공측량업이 641개로 많이 나타났다. 그리고 측량업종을 지역별로 살펴보면 경기도가 1,332개로 가장 많은 것으로 나타났다.

<표 3-1> 업종별 지역별 측량업종 수

(단위 : 개)

구분	측지 측량 업	연안 조사 측량 업	항공 촬영 업	공간 영상 도화 업	영상 처리 업	지도 제작 업	수치 지도 제작 업	지하 시설 측량 업	공공 측량 업	일반 측량 업	계
서울특별시	17	11	3	12	14	43	39	23	36	98	296
부산광역시	3	2	0	0	2	6	8	10	17	49	97
대구광역시	1	0	0	0	2	2	4	3	9	29	50
인천광역시	4	1	0	3	5	8	8	8	26	45	108
광주광역시	0	0	0	1	0	2	1	1	2	20	27
대전광역시	1	0	0	0	0	3	5	3	7	28	47
울산광역시	0	0	0	0	0	1	7	7	10	31	56
세종특별자치시	0	0	0	0	0	0	1	0	2	23	26
경기도	36	15	11	27	28	49	95	84	99	888	1,332
강원도	2	0	0	0	2	4	18	15	58	257	356
충청북도	4	1	1	1	1	4	11	12	38	211	284
충청남도	3	1	1	2	5	8	18	17	49	296	400
전라북도	4	1	1	3	4	6	13	24	53	95	204
전라남도	5	3	1	1	1	4	16	16	93	114	254
경상북도	6	2	1	2	4	11	25	23	89	212	375
경상남도	3	1	0	3	2	3	15	13	44	166	250
제주특별자치도	0	0	0	0	0	4	7	7	9	38	65
계	89	38	19	55	70	158	291	266	641	2,600	4,227

### 제 3 절 층화

본 연구의 표본설계 안에서는 업종별 지역별을 층화 기준으로 정하였다. 본 연구에서는 업종별(10개: 측지측량업, 연안조사측량업, 항공촬영업, 공간영상도화업, 영상처리업, 지도제작업, 수치지도제작업, 지하시설물측량업, 공공측량업, 일반측량업) 지역별(17개: 서울특별시, 부산광역시, 대구광역시, 인천광역시, 광주광역시, 대전광역시, 울산광역시, 세종특별자치시, 경기도, 강원도, 충청북도, 충청남도, 전라북도, 전라남도, 경상북도, 경상남도, 제주특별자치도)로 층을 구성하였다.

업종별 크기가 100개 미만인 측지측량업, 연안조사측량업, 항공촬영업, 공간영상도화업, 영상처리업은 전수층으로, 지도제작업, 수치지도제작업, 지하시설물측량업, 공공측량업, 일반측량업은 표본층으로 설정하였다.

### 제 4 절 표본크기 결정 및 표본배분

#### 1. 표본크기 결정

측량업체임금실태조사의 주요 관심 변수는 업종별 지역별 측량업체임금이다. 따라서 표본설계에서 고려하는 중요 층화변수는 업종별 지역별 구분이다. 표본조사를 계획할 때에는 조사에서 얻고자 하는 추정값의 오차의 한계를 미리 정해주는데, 이것을 목표오차(목표정도, target precision)라고 한다.

목표오차는 절대적인 값으로 정해줄 수도 있고, 상대적인 값으로 정해줄 수도 있다. 본 연구에서는 업종별 지역별에 따라 목표허용오차를 기준하여 표본크기를 결정하고자 한다. 표본조사에서 표본크기는 가용 조사인력 및 예산, 조사 소요시간 등 조사에 필요한 제반여건을 고려하고, 작성되는 통계의 표본오차 수준을 종합적으로 검토하여 결정된다. 표본크기는 주어진 예산과

조사인력 등의 제한조건에 따라 정해질 수 있다. 본 연구에서도 전체 조사비용과 인력의 한계로 전체 표본크기의 대략적인 범위가 정해질 수 있다.

이 조사의 주요 관심 조사항목은 측량업체임금이다. 목표 허용오차를 달성하기 위해 필요한 표본크기 산출 식은 다음과 같다.

$$n = \frac{\sum_{h=1}^L W_h p_h q_h}{\sum_{h=1}^L W_h p_h q_h / N + V'}$$

- $L$  : 층의 수(업종×지역)
- $W_h = N_h/N$
- $p_h$  :  $h$  층의 주요 변수 비율
- $N$  : 총 업종 수
- $V' = (d/t)^2$  : 목표 허용오차,  $d$  : 목표정도,  $t$  : 신뢰계수

측량업체임금실태조사에서 업종 수가 1,000개일 때, 목표 허용오차는 3.28%이며, 업종 수가 1,200개일 때 2.56%가 된다.

## 2. 표본배분

### 1) 표본배분방법

업종 수를 각 층에 배분하는 방법으로 비례배분, 제곱근( $\sqrt{N}$ ) 비례배분, 절충배분에 대하여 살펴보았다. 이러한 배분방법들은 층내 변동을 고려하지 않고 층의 크기만을 고려한 배분방법들이다.

#### (1) 비례배분

각 층별로 모집단의 구성비만큼 표본을 배분하는 방법으로서 표본 층의 구성비를 모집단층의 구성비에 맞추어 주는 방법으로 모집단에 대한 이용가능한 정보가 거의 없을 경우 활용되는 배분방법이다. 비례배분의 장점으로는 추정량의 식이 자체가중추정량의 식으로 변환되어 추정식이 간단해지며, 단순임의 추출에 비해 분산이 작다.

$$n_h = n \times \frac{N_h}{N}$$

## (2) 제곱근 비례배분

비례배분은 층의 크기가 상이한 경우, 층의 크기가 큰 층에 지나치게 많은 표본을 배분하여 층의 크기가 작은 층의 표본 대표성에 문제가 발생할 여지가 많은 것이 단점이다. 제곱근 비례배분 방법은 이와 같은 비례배분의 단점을 보완한 것으로, 다음과 같은 제곱근 비례배분을 사용한다. 이 방법은 조사에서 전체 추정치에 대한 정도보다는 각 층별로 추정치에 대한 정도를 개별적으로 관리하고자 할 때 유용하게 쓰인다.

$$n_h = n \times \frac{\sqrt{N_h}}{\sum_{h=1}^L \sqrt{N_h}}$$

## (3) 절충배분

절충배분이란 비례배분의 경우 층의 크기가 작은 층에 표본이 배분되지 못하는 단점을 보완하기 위하여 일정 크기를 각 층에 배분한 후, 나머지 표본에 대하여 각 층에 비례배분을 하는 방법이다.

## 2) 표본배분

본 연구에서는 전수층(측지측량업, 연안조사측량업, 항공촬영업, 공간영상도화업, 영상처리업)의 크기가 271개이므로 전체 표본 크기가 1,000개일 때 표본층(지도제작업, 수치지도제작업, 지하시설물측량업, 공공측량업, 일반측량업)의 크기는 729개이며 그 중 일반측량업의 경우 300개 수준을 유지하도록 할당을 하고, 429개를 나머지 표본층에 배분하고자 한다.

그리고 전체 표본 크기가 1,200개일 때 표본층의 크기는 928개로 하고 그 중 일반측량업의 경우 400개 수준을 유지하도록 할당을 하고, 529개를 나머지 표본층에 배분하고자 한다.

### (1) 표본크기가 1,000개일 때, 비례배분

측량업체임금실태조사에서 표본크기가 1,000개일 때, 표본층에서 업종별 지역별 비례배분을 한 결과는 다음 <표 3-2>와 같다.

<표 3-2> 업종별 지역별 비례배분(표본크기=1,000)

(단위 : 개)

구분	측지 측량 업	연안 조사 측량 업	항공 촬영 업	공간 영상 도화 업	영상 처리 업	지도 제작 업	수치 지도 제작 업	지하 시설 측량 업	공공 측량 업	일반 측량 업	계
서울특별시	17	11	3	12	14	14	12	7	11	11	112
부산광역시	3	2	0	0	2	2	3	3	5	6	26
대구광역시	1	0	0	0	2	1	1	1	3	4	13
인천광역시	4	1	0	3	5	3	3	3	8	5	35
광주광역시	0	0	0	1	0	1	0	0	1	2	5
대전광역시	1	0	0	0	0	1	2	1	2	3	10
울산광역시	0	0	0	0	0	0	2	2	3	4	11
세종특별자치시	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	4
경기도	36	15	11	27	28	16	30	27	31	103	324
강원도	2	0	0	0	2	1	6	5	18	30	64
충청북도	4	1	1	1	1	1	3	4	12	24	52
충청남도	3	1	1	2	5	3	6	5	16	34	76
전라북도	4	1	1	3	4	2	4	8	17	11	55
전라남도	5	3	1	1	1	1	5	5	29	13	64
경상북도	6	2	1	2	4	3	8	7	28	24	85
경상남도	3	1	0	3	2	1	5	4	14	19	52
제주특별자치도	0	0	0	0	0	1	2	2	3	4	12
계	89	38	19	55	70	51	92	84	202	300	1,000

(2) 표본크기가 1,000개일 때, 제공근 비례배분

측량업체임금실태조사에서 표본크기가 1,000개일 때, 표본층에서 업종별 지역별 제공근 비례배분을 한 결과는 다음 <표 3-3>과 같다.

<표 3-3> 업종별 지역별 제곱근 비례배분(표본크기=1,000)

(단위 : 개)

구분	측지 측량 업	연안 조사 측량 업	항공 촬영 업	공간 영상 도화 업	영상 처리 업	지도 제작 업	수치 지도 제작 업	지하 시설 측량 업	공공 측량 업	일반 측량 업	계
서울특별시	17	11	3	12	14	11	11	8	10	16	113
부산광역시	3	2	0	0	2	4	5	5	7	12	40
대구광역시	1	0	0	0	2	2	3	3	5	9	25
인천광역시	4	1	0	3	5	5	5	5	9	11	48
광주광역시	0	0	0	1	0	2	1	1	2	7	14
대전광역시	1	0	0	0	0	3	4	3	5	9	25
울산광역시	0	0	0	0	0	1	5	4	5	9	24
세종특별자치시	0	0	0	0	0	0	1	0	2	8	11
경기도	36	15	11	27	28	12	16	15	17	50	227
강원도	2	0	0	0	2	3	7	7	13	27	61
충청북도	4	1	1	1	1	3	6	6	10	24	57
충청남도	3	1	1	2	5	5	7	7	12	29	72
전라북도	4	1	1	3	4	4	6	8	12	16	59
전라남도	5	3	1	1	1	3	7	7	16	18	62
경상북도	6	2	1	2	4	6	8	8	16	24	77
경상남도	3	1	0	3	2	3	7	6	11	21	57
제주특별자치도	0	0	0	0	0	3	5	5	5	10	28
계	89	38	19	55	70	70	104	98	157	300	1,000

(3) 표본크기가 1,000개일 때, 절충배분

측량업체임금실태조사에서 표본크기가 1,000개일 때, 표본층에서 업종별 지역별 절충배분을 한 결과는 다음 <표 3-4>와 같다. 이 때, 절충배분은 각 층의 크기가 5개 미만인 경우 전수층으로 하고, 5개 이상인 층에 5개의 표본을

강제 배분한 후 나머지 표본을 비례배분하는 방법이다.

<표 3-4> 업종별 지역별 절충배분(표본크기=1,000)

(단위 : 개)

구분	측지 측량업	연안 조사 측량업	항공 촬영업	공간 영상 도화업	영상 처리업	지도 제작업	수치 지도 제작업	지하 시설 물측량업	공공 측량업	일반 측량업	계
서울특별시	17	11	3	12	14	13	11	7	11	11	110
부산광역시	3	2	0	0	2	2	2	3	5	6	25
대구광역시	1	0	0	0	2	2	4	3	3	4	19
인천광역시	4	1	0	3	5	2	2	2	8	5	32
광주광역시	0	0	0	1	0	2	1	1	2	2	9
대전광역시	1	0	0	0	0	3	1	3	2	3	13
울산광역시	0	0	0	0	0	1	2	2	3	4	12
세종특별자치시	0	0	0	0	0	0	1	0	2	3	6
경기도	36	15	11	27	28	14	28	25	29	103	316
강원도	2	0	0	0	2	4	5	4	17	30	64
충청북도	4	1	1	1	1	4	3	4	11	24	54
충청남도	3	1	1	2	5	2	5	5	14	34	72
전라북도	4	1	1	3	4	2	4	7	16	11	53
전라남도	5	3	1	1	1	4	5	5	27	13	65
경상북도	6	2	1	2	4	3	7	7	26	24	82
경상남도	3	1	0	3	2	3	5	4	13	19	53
제주특별자치도	0	0	0	0	0	4	2	2	3	4	15
계	89	38	19	55	70	38	82	77	188	300	1,000

1,000개의 측량업종을 업종별 지역별로 비례배분한 결과, 특정 지역에 표본이 너무 작게 배분되는 현상이 발생하였으나, 제곱근 비례배분과 절충배분한 결과 지역에 따라 측량업종이 너무 작게 배분되는 문제점이 보완되었다.

결과적으로 제공근 비례배분 방법이 업종별 지역별로 측량업종을 배분하는 방법으로 가장 적절한 것으로 나타났다.

**(4) 표본크기가 1,200개일 때, 비례배분**

측량업체임금실태조사에서 표본크기가 1,200개일 때, 표본층에서 업종별 지역별 비례배분을 한 결과는 다음 <표 3-5>와 같다.

**<표 3-5> 업종별 지역별 비례배분(표본크기=1,200)**

(단위 : 개)

구분	측지 측량 업	연안 조사 측량 업	항공 촬영 업	공간 영상 도화 업	영상 처리 업	지도 제작 업	수치 지도 제작 업	지하 시설 물측 량업	공공 측량 업	일반 측량 업	계
서울특별시	17	11	3	12	14	17	15	9	14	15	127
부산광역시	3	2	0	0	2	2	3	4	7	8	31
대구광역시	1	0	0	0	2	1	1	1	3	4	13
인천광역시	4	1	0	3	5	3	3	3	10	7	39
광주광역시	0	0	0	1	0	1	0	0	1	3	6
대전광역시	1	0	0	0	0	1	2	1	3	4	12
울산광역시	0	0	0	0	0	0	3	3	4	5	15
세종특별자치시	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	4
경기도	36	15	11	27	28	19	37	33	39	137	382
강원도	2	0	0	0	2	2	7	6	23	40	82
충청북도	4	1	1	1	1	2	4	5	15	32	66
충청남도	3	1	1	2	5	3	7	7	19	46	94
전라북도	4	1	1	3	4	2	5	9	21	15	65
전라남도	5	3	1	1	1	2	6	6	36	18	79
경상북도	6	2	1	2	4	4	9	9	35	32	104
경상남도	3	1	0	3	2	1	6	5	17	25	63
제주특별자치도	0	0	0	0	0	2	3	3	4	6	18
계	89	38	19	55	70	62	111	104	252	400	1,200

(5) 표본크기가 1,200개일 때, 제공근 비례배분

측량업체임금실태조사에서 표본크기가 1,000개일 때, 표본층에서 업종별 지역별 제공근 비례배분을 한 결과는 다음 <표 3-6>과 같다.

<표 3-6> 업종별 지역별 제공근 비례배분(표본크기=1,200)

(단위 : 개)

구분	측지 측량 업	연안 조사 측량 업	항공 촬영 업	공간 영상 도화 업	영상 처리 업	지도 제작 업	수치 지도 제작 업	지하 시설 물측 량업	공공 측량 업	일반 측량 업	계
서울특별시	17	11	3	12	14	14	13	10	13	22	127
부산광역시	3	2	0	0	2	5	6	7	9	15	49
대구광역시	1	0	0	0	2	2	4	3	6	12	32
인천광역시	4	1	0	3	5	6	6	6	11	15	57
광주광역시	0	0	0	1	0	2	1	1	2	10	21
대전광역시	1	0	0	0	0	3	5	3	5	12	31
울산광역시	0	0	0	0	0	1	5	6	7	12	31
세종특별자치시	0	0	0	0	0	0	1	0	2	11	16
경기도	36	15	11	27	28	15	21	19	21	66	257
강원도	2	0	0	0	2	4	9	8	16	35	76
충청북도	4	1	1	1	1	4	7	7	13	32	71
충청남도	3	1	1	2	5	6	9	9	15	38	88
전라북도	4	1	1	3	4	5	8	10	15	22	72
전라남도	5	3	1	1	1	4	8	8	20	24	75
경상북도	6	2	1	2	4	7	11	10	20	32	93
경상남도	3	1	0	3	2	3	8	8	14	28	70
제주특별자치도	0	0	0	0	0	4	6	6	6	14	34
계	89	38	19	55	70	85	128	121	195	400	1,200

(3) 표본크기가 1,200개일 때, 절충배분

측량업체임금실태조사에서 표본크기가 1,200개일 때, 표본층에서 업종별 지

역별 절충배분을 한 결과는 다음 <표 3-7>과 같다. 이 때, 절충배분은 각 층의 크기가 5개 미만인 경우 전수층으로 하고, 5개 이상인 층에 5개의 표본을 강제 배분한 후 나머지 표본을 비례배분하는 방법이다.

<표 3-7> 업종별 지역별 절충배분(표본크기=1,200)

(단위 : 개)

구분	측지 측량 업	연안 조사 측량 업	항공 촬영 업	공간 영상 도화 업	영상 처리 업	지도 제작 업	수치 지도 제작 업	지하 시설 물측 량업	공공 측량 업	일반 측량 업	계
서울특별시	17	11	3	12	14	16	14	8	13	15	123
부산광역시	3	2	0	0	2	2	3	4	6	8	30
대구광역시	1	0	0	0	2	2	4	3	3	4	19
인천광역시	4	1	0	3	5	3	3	3	10	7	39
광주광역시	0	0	0	1	0	2	1	1	2	3	10
대전광역시	1	0	0	0	0	3	2	3	3	4	16
울산광역시	0	0	0	0	0	1	3	3	4	5	16
세종특별자치시	0	0	0	0	0	0	1	0	2	3	6
경기도	36	15	11	27	28	18	35	31	37	137	375
강원도	2	0	0	0	2	4	7	6	21	40	82
충청북도	4	1	1	1	1	4	4	4	14	32	66
충청남도	3	1	1	2	5	3	7	6	18	46	92
전라북도	4	1	1	3	4	2	5	9	19	15	63
전라남도	5	3	1	1	1	4	6	6	34	18	79
경상북도	6	2	1	2	4	4	9	9	33	32	102
경상남도	3	1	0	3	2	3	5	5	16	25	63
제주특별자치도	0	0	0	0	0	4	3	3	3	6	19
계	89	38	19	55	70	48	106	97	234	400	1,200

1,200개의 측량업종을 업종별 지역별로 비례배분한 결과, 특정 지역에 표본이 너무 작게 배분되는 현상이 발생하였으나, 제공근 비례배분과 절충배분을 한 결과 지역에 따라 측량업종이 너무 작게 배분되는 문제점이 보완되었다.

결과적으로 제공근 비례배분 방법이 업종별 지역별로 측량업종을 배분하는 방법으로 가장 적절한 것으로 나타났다.

## 제 5 절 표본추출

표본추출은 업종별, 지역별 로 층화를 한 후, 각 층에 표본을 할당하고, 할당된 표본의 크기대로 각 층에서 표본을 추출하기 위해 측량업종 등록년월일 올림차순으로 정렬한 후 계통추출법으로 표본을 추출한다. 실제 조사를 수행했을 때 표본 업종 중에서 표본으로 사용할 수 없는 업종이 발생하는 경우에는 교체 표본을 사용하는데 이를 위해 예비표본을 추출한다. 예비표본은 표본 업종으로 선정된 업종을 제외하고 나머지 업종들을 대상으로 필요한 수의 예비표본을 표본 업종의 선정과 동일한 계통추출법으로 추출하여 사용한다. 예비표본 규모는 실제표본의 2~3배수만큼 선정한다.

## 제 6 절 가중치 작성 및 모수 추정

### 1. 측량업체임금실태조사의 가중치 산정

측량업체임금실태조사에서 각 업종에 부여되는 가중치 산출은 총 3단계에 걸쳐 이루어진다. 제 1단계에서는 다음과 같은 방법으로 설계가중치를 계산한다. 업종별(10개 층)과 지역별(17개 층)로 층화하여 총 170개의 층을 고려하고 있으므로, 각 층에 부여되는 설계가중치는 각 층에 속한 모집단 업종과 표본 업종의 비율로 표현할 수 있다.

$h$ 층에 속한  $i$ 번째 업종의 기본가중치는 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$\text{기본가중치} : w_{hi}^B = \frac{N_h}{n_h}$$

여기서  $N_h$ 는  $h$ 층의 모집단 업종 수이고,  $n_h$ 는  $h$ 층의 표본 업종 수이다.

2단계에서는 다음과 같이 무응답 조정 가중치를 계산한다.

$$\text{무응답 조정 가중치} : w_{hi}^R = \frac{n_h}{r_h}$$

여기서  $r_h$ 는  $h$ 층에서 응답한 업종의 수이다.

3단계에서는 사후층화를 이용한 가중치를 다음과 같이 산출한다.

$$\text{사후층화가중치} : w_{hi} = w_{hi}^B \times w_{hi}^R \times \frac{X_h}{\hat{X}_h}$$

여기서  $X_h$ 는  $h$ 층의 최신 모집단 업종의 총수이며,  $\hat{X}_h$ 는  $h$ 층의 가중합이다.

## 2. 측량업체임금실태조사의 모수 추정

### 1) 전체 평균 추정

복합표본조사 데이터를 분석할 때 가중치를 무시하고 분석하면 모수 추정에 심각한 편향(bias)이 발생할 수 있고, 추정량의 분산이 과소평가되어 문제가 된다. 따라서 측량업체임금실태조사에서 모집단의 특성치에 대한 추정은 가중치를 이용해야 한다. 만약 단순총계를 사용하면 추정치에 편향이 발생할

수 있다.

측량업체임금실태조사에서 모집단 특성치의 추정에 사용될 기호들은 다음과 같다.

$h = 1, 2, \dots, L$ : 층의 수

$i = 1, 2, \dots, n_h$ :  $h$ 층 내의 업종 수

$w_{hi}$ :  $h$ 층의  $i$ 번째 업종의 최종 가중치

$y_{hi}$ :  $h$ 층의  $i$ 번째 업종으로부터 얻은 변수값

$f_h$ : 추출률

따라서 측량업체임금실태조사의 주요변수에 대한 평균 추정량  $\bar{y}$ 는 다음과 같다.

$$\bar{y} = \frac{\sum_{h=1}^L \sum_{i=1}^{n_h} w_{hi} y_{hi}}{\sum_{h=1}^L \sum_{i=1}^{n_h} w_{hi}}$$

그리고 측량업체임금실태조사의 주요변수에 대한 평균 추정량  $\bar{y}$ 의 분산추정량은 다음과 같다.

$$\hat{V}(\bar{y}) = \sum_{h=1}^L \frac{n_h(1-f_h)}{n_h-1} \sum_{i=1}^{n_h} (e_{hi} - \bar{e}_h)^2$$

여기서  $e_{hi} = w_{hi}(y_{hi} - \bar{y})/w_{..}$ ,  $\bar{e}_h = \left( \sum_{i=1}^{n_h} e_{hi} \right) / n_h$ ,  $w_{..} = \sum_{h=1}^L \sum_{i=1}^{n_h} w_{hi}$ 이다.

또한 측량업체임금실태조사의 주요변수에 대한 평균 추정량  $\bar{y}$ 의 상대표준오차는 다음과 같다.

$$\widehat{RSE}(\bar{y}) = \frac{\sqrt{\widehat{V}(\bar{y})}}{\bar{y}} \times 100(\%)$$

## 2) 전체 총계 추정

측량업체임금실태조사의 주요변수에 대한 총계 추정량  $\hat{Y}$ 는 다음과 같다.

$$\hat{Y} = \sum_{h=1}^L \sum_{i=1}^{n_h} w_{hi} y_{hi}$$

그리고 측량업체임금실태조사의 주요변수에 대한 총계 추정량  $\hat{Y}$ 의 분산추정량은 다음과 같다.

$$\widehat{V}(\hat{Y}) = \sum_{h=1}^L \widehat{V}(\hat{Y}_h) = \sum_{h=1}^L \frac{n_h(1-f_h)}{n_h-1} \sum_{i=1}^{n_h} (\tau_{hi} - \bar{\tau}_h)^2$$

여기서  $\tau_{hi} = w_{hi} y_{hi}$ ,  $\bar{\tau}_h = \frac{1}{n_h} \sum_{i=1}^{n_h} \tau_{hi}$  이다.

또한 측량업체임금실태조사의 주요변수에 대한 총계 추정량  $\hat{Y}$ 의 상대표준오차는 다음과 같다.

$$\widehat{RSE}(\hat{Y}) = \frac{\sqrt{\widehat{V}(\hat{Y})}}{\hat{Y}} \times 100(\%)$$

## 3) 전체 비율 추정

측량업체임금실태조사의 주요변수에 대한 비율 추정량  $\hat{p}$ 는 다음과 같다.

$$\hat{p} = \frac{\sum_{h=1}^L \sum_{i=1}^{n_h} w_{hi} y_{hi}}{\sum_{h=1}^L \sum_{i=1}^{n_h} w_{hi}}$$

여기서  $y_{hi}$ 는 0 또는 1의 값을 갖는다.

그리고 측량업체임금실태조사의 주요변수에 대한 비율 추정량  $\hat{p}$ 의 분산추정량은 다음과 같다.

$$\hat{V}(\hat{p}) = \sum_{h=1}^L \frac{n_h(1-f_h)}{n_h-1} \sum_{i=1}^{n_h} (e_{hi} - \bar{e}_h)^2$$

여기서  $e_{hi} = w_{hi}(y_{hi} - \hat{p})/w_{..}$ ,  $\bar{e}_h = \left( \sum_{i=1}^{n_h} e_{hi} \right) / n_h$ ,  $w_{..} = \sum_{h=1}^L \sum_{i=1}^{n_h} w_{hi}$ 이다.

또한 측량업체임금실태조사의 주요변수에 대한 비율 추정량  $\hat{p}$ 의 상대표준오차는 다음과 같다.

$$\widehat{RSE}(\hat{p}) = \frac{\sqrt{\hat{V}(\hat{p})}}{\hat{p}} \times 100(\%)$$

#### 4) 각 층별 평균 추정

측량업체임금실태조사의 각 층별 주요변수에 대한 평균 추정량  $\bar{y}_h$ 는 다음과 같다.

$$\bar{y}_h = \frac{\sum_{i=1}^{n_h} w_{hi} y_{hi}}{\sum_{i=1}^{n_h} w_{hi}}$$

그리고 측량업체임금실태조사의 각 층별 주요변수에 평균 추정량  $\bar{y}_h$ 의 분산추정량은 다음과 같다.

$$\hat{V}(\bar{y}_h) = \frac{n_h(1-f_h)}{n_h-1} \sum_{i=1}^{n_h} (e_{hi} - \bar{e}_h)^2$$

또한 측량업체임금실태조사의 각 층별 주요변수에 대한 평균 추정량  $\bar{y}_h$ 의 상대표준오차는 다음과 같다.

$$RSE(\bar{y}_h) = \frac{\sqrt{\hat{V}(\bar{y}_h)}}{\bar{y}_h} \times 100 (\%)$$

## 5) 각 층별 총계 추정

측량업체임금실태조사의 각 층별 주요변수에 대한 총계 추정량  $\hat{Y}_h$ 는 다음과 같다.

$$\hat{Y}_h = \sum_{i=1}^{n_h} w_{hi} y_{hi}$$

그리고 측량업체임금실태조사의 각 층별 주요변수에 총계 추정량  $\hat{Y}_h$ 의 분산추정량은 다음과 같다.

$$\widehat{V}(\widehat{Y}_h) = \frac{n_h(1-f_h)}{n_h-1} \sum_{i=1}^{n_h} (\tau_{hi} - \bar{\tau}_{h.})^2$$

또한 측량업체임금실태조사의 각 층별 주요변수에 대한 총계 추정량  $\widehat{Y}_h$ 의 상대표준오차는 다음과 같다.

$$\widehat{RSE}(\widehat{Y}_h) = \frac{\sqrt{\widehat{V}(\widehat{Y}_h)}}{\widehat{Y}_h} \times 100(\%)$$

## 6) 각 층별 비율 추정

측량업체임금실태조사의 각 층별 주요변수에 대한 비율 추정량  $\widehat{p}_h$ 는 다음과 같다.

$$\widehat{p}_h = \frac{\sum_{i=1}^{n_h} w_{hi} y_{hi}}{\sum_{i=1}^{n_h} w_{hi}}$$

여기서  $y_{hi}$ 는 0 또는 1의 값을 갖는다.

그리고 측량업체임금실태조사의 각 층별 주요변수에 비율 추정량  $\widehat{p}_h$ 의 분산추정량은 다음과 같다.

$$\widehat{V}(\widehat{p}_h) = \frac{n_h(1-f_h)}{n_h-1} \sum_{i=1}^{n_h} (e_{hi} - \bar{e}_{h.})^2$$

또한 측량업체임금실태조사의 각 층별 주요변수에 대한 비율 추정량  $\widehat{p}_h$ 의 상대표준오차는 다음과 같다.

$$\widehat{RSE}(\hat{p}_h) = \frac{\sqrt{\widehat{V}(\hat{p}_h)}}{\hat{p}_h} \times 100 (\%)$$

## 7) 특성별 평균 추정

기술자 등급과 같이 특성별 추정을 위해서 조사단위가 특정 영역  $D$ 에 해당되는지를 나타내는 다음과 같은 지시함수를 사용한다.

$$I_D(h, i) = \begin{cases} 1, & (h, i) \in D \text{인 경우} \\ 0, & \text{그 이외} \end{cases}$$

그리고 새로운 변수  $z_{hi}$ 와 가중치  $v_{hi}$ 를 각각 다음과 같이 정의한다.

$$z_{hi} = y_{hi} I_D(h, i)$$

$$v_{hi} = w_{hi} I_D(h, i) = \begin{cases} w_{hi}, & (h, i) \in D \text{인 경우} \\ 0, & \text{그 이외} \end{cases}$$

영역  $D$ (기술자 등급 등)에 대한 평균 추정량  $\bar{y}_D$ 는 다음과 같다.

$$\bar{y}_D = \frac{\sum_{h=1}^L \sum_{i=1}^{n_h} v_{hi} z_{hi}}{\sum_{h=1}^L \sum_{i=1}^{n_h} v_{hi}}$$

그리고 영역  $D$ (기술자 등급 등)에 대한 평균 추정량  $\bar{y}_D$ 의 분산추정량은

다음과 같다.

$$\widehat{V}(\bar{y}_D) = \sum_{h=1}^L \frac{n_h(1-f_h)}{n_h-1} \sum_{i=1}^{n_h} (e_{hi} - \bar{e}_{h.})^2$$

여기서  $e_{hi} = v_{hi}(z_{hi} - \bar{y}_D)/v_{..}$ ,  $\bar{e}_{h.} = \left( \sum_{i=1}^{n_h} e_{hi} \right) / n_h$ ,  $v_{..} = \sum_{h=1}^L \sum_{i=1}^{n_h} v_{hi}$ 이다.

또한 영역  $D$ (기술자 등급 등)에 대한 평균 추정량  $\bar{y}_D$ 의 상대표준오차는 다음과 같다.

$$\widehat{RSE}(\bar{y}_D) = \frac{\sqrt{\widehat{V}(\bar{y}_D)}}{\bar{y}_D} \times 100 (\%)$$

## 8) 특성별 총계 추정

영역  $D$ (기술자 등급 등)에 대한 총계 추정량  $\hat{Y}_D$ 는 다음과 같다.

$$\hat{Y}_D = \sum_{h=1}^L \sum_{i=1}^{n_h} v_{hi} z_{hi}$$

그리고 영역  $D$ (기술자 등급 등)에 대한 총계 추정량  $\hat{Y}_D$ 의 분산추정량은 다음과 같다.

$$\widehat{V}(\hat{Y}_D) = \sum_{h=1}^L \frac{n_h(1-f_h)}{n_h-1} \sum_{i=1}^{n_h} (\tau_{hi} - \bar{\tau}_{h.})^2$$

여기서  $\tau_{hi} = v_{hi}z_{hi}$ ,  $\bar{\tau}_{h.} = \frac{1}{n_h} \sum_{i=1}^{n_h} \tau_{hi}$ 이다.

또한 영역  $D$ (기술자 등급 등)에 대한 총계 추정량  $\hat{Y}_D$ 의 상대표준오차는 다음과 같다.

$$\widehat{RSE}(\hat{Y}_D) = \frac{\sqrt{\widehat{V}(\hat{Y}_D)}}{\hat{Y}_D} \times 100 (\%)$$

### 9) 특성별 비율 추정

영역  $D$ (기술자 등급 등)에 대한 비율 추정량  $\hat{p}_D$ 는 다음과 같다.

$$\hat{p}_D = \frac{\sum_{h=1}^L \sum_{i=1}^{n_h} v_{hi} z_{hi}}{\sum_{h=1}^L \sum_{i=1}^{n_h} v_{hi}}$$

여기서  $z_{hi}$ 는 0 또는 1의 값을 갖는다.

그리고 영역  $D$ (기술자 등급 등)에 대한 비율 추정량  $\hat{p}_D$ 의 분산추정량은 다음과 같다.

$$\widehat{V}(\hat{p}_D) = \sum_{h=1}^L \frac{n_h(1-f_h)}{n_h-1} \sum_{i=1}^{n_h} (e_{hi} - \bar{e}_{h.})^2$$

여기서  $e_{hi} = v_{hi}(z_{hi} - \hat{p}_D)/v_{..}$ ,  $\bar{e}_{h.} = \left( \sum_{i=1}^{n_h} e_{hi} \right) / n_h$ ,  $v_{..} = \sum_{h=1}^L \sum_{i=1}^{n_h} v_{hi}$ 이다.

또한 영역  $D$ (기술자 등급 등)에 대한 비율 추정량  $\hat{p}_D$ 의 상대표준오차는 다음과 같다.

$$\widehat{RSE}(\hat{p}_D) = \frac{\sqrt{\widehat{V}(\hat{p}_D)}}{\hat{p}_D} \times 100 (\%)$$



## 제 4 장 무응답 분석 및 처리 방안

무응답 현황을 분석하여 적절한 무응답 처리 방안을 도출한 후 결과작성 시 적용할 필요가 있다.

### 제 1 절 무응답 분석

#### 1. 측량업체임금실태조사의 조사표 회수 현황

2019년 5월31일 현재 「공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률」 제44조에 따라 등록된 4,205개 업종 중 지적측량업, 일반측량업을 제외한 9개 업종은 전수조사를 실시하고, 일반측량업은 약 404개의 사업체를 선별하여 총 2,026개 업종을 대상으로 우편(모사전송)조사 및 방문조사를 실시한 결과 1,565(77.2%)개사의 조사표를 회수하여 1,562개사(77.1%)의 조사표를 집계에 사용하였다.

<표 4-1> 조사표 회수 현황

(단위: 개)

조사대상 업종	회수업종			미회수업종				
	응답	항목 미기재	사용	응답 거부	주소 불명	업체 폐업	기타	계
2,026	1,565	3	1,562	94	44	75	256	461

조사표 회수율은 전년도와 비슷하였으나, 업체들은 업무상의 불편함, 의무사항이 아닌 점 등을 들어 조사를 기피하였으며, 담당자의 잦은 교체, 장기출장 등으로 인한 이유로 조사표 회수기간이 길어지는 등 조사에 어려움이

있었다.

업종별 회수율을 살펴보면, 공공측량업과 지도제작업의 경우 60.3%, 39.4%로 타 업종에 비해 낮은 회수율을 보였는데 이는 공공측량업의 경우 엔지니어링업과 겸업을 하는 경우가 대부분으로 엔지니어링 임금실태조사에 참여하였다는 이유로 제출 거부하는 사례가 많았으며, 지도제작업의 경우도 대부분 출판업 등 주업종이 제조업에 포함되어 있는 사업체로 “지도제작초급기능사” 1인 만을 보유하고 있어 해당 기술자가 직원고용이 아닌 사업자가 직접 운영하는 경우가 많아 임금에 해당되지 않으므로 낮은 회수율을 보였다.

<표 4-2> 업종별 조사표 회수 및 집계 현황

(단위: 개)

구분	대상업종 수	회수		회수율(%)
		업종수	집계	
측지측량업	96	91	91	94.8
연안조사측량업	39	39	39	100.0
항공촬영업	18	18	18	100.0
공간영상도화업	53	50	50	94.3
영상처리업	72	68	68	94.4
지도제작업	155	61	61	39.4
수치지도제작업	293	236	236	80.5
지하시설물측량업	259	217	217	83.8
공공측량업	637	384	384	60.3
일반측량업	404	401	398	99.3
합계	2,026	1,565	1,562	77.2

## 2. 표본대체 현황 제시 필요

일반측량업의 경우 표본조사이므로 단위 무응답이 발생하게 되면 표본대체가 이루어지게 되는데, 이 때 표본대체 현황이 정확하게 파악될 필요가 있다. 특히 업종별 조사표 회수 및 집계 현황이 관리되고는 있지만, 층화기준에 따라 업종별 지역별 조사표 회수 현황을 파악하고 관리할 필요가 있다.

## 제 2 절 무응답 처리 방안

### 1. 항목무응답 대체 방법

항목무응답을 줄이고자 하는 다양한 방법에도 불구하고 항목무응답이 발생할 경우 이를 어떻게 처리해야 할까 하는 문제는 발생하게 된다. 항목무응답을 처리하는 방법으로는 콜텍 대체, 과거자료 대체, 핫텍 대체, 평균 대체, 최근방 대체 등이 있으며, 각 대체방법들을 간략히 살펴보면 다음과 같다.

#### 1) 콜텍 대체

결측값을 외부 출처(과거조사, 유사한 다른 조사 등)에서 가져온 값으로 대체하는 방법이다.

#### 2) 과거자료 대체

결측값을 과거조사에서 가져온 값으로 대체하는 방법이다.

#### 3) 핫텍 대체

결측값을 해당 조사 내에서 다른 응답자의 값으로 대체하는 방법으로 결측값에 대한 대체값으로 과거에 실시된 조사에서의 유사자료를 사용하는 콜텍 방법의 단점을 보완하기 위해서 같은 조사의 응답자들로부터 얻은 자료를 사용하여 보정하는 방법이다. 평균대체와는 달리 항목값들의 분포를 유지할 수 있고, 불완전자료의 분석결과들과 달리 다른 분석방법으로부터 얻은 결과들이 서로 일치하며 가중값 조정방법들과는 다르게 모든 항목에 대해서 같은 조사가중값을 사용할 수 있다.

#### 4) 평균 대체

결측값을 다른 응답자들의 응답 평균값으로 대체하는 방법으로 표본을 몇 개의 대체층으로 나눈 다음 각 층에서 특정항목이 응답하지 않는 경우 항목의 대체값으로 그 항목에 응답한 값들의 평균을 사용하여 보정하는 방법이다.

#### 5) 최근방 대체

결측값을 가장 유사한 응답자의 응답값으로 대체하는 방법이다.

## 2. 항목무응답 처리 방안

어떤 항목무응답 처리 방법을 선택해야 하는지에 대한 문제는 조사 상황과 그 결과에 따라 차이가 있을 수 있다. 항목무응답 수가 매우 적은 경우, 전체 평균값으로 대체(평균값으로 대체 시 전체 평균값에 영향을 미치는 정도가 미미하여 데이터 신뢰도가 높음)를 할 경우, 대체된 값은 raw data 파일

상 비고란에 ‘대체’ 표시를 하여 추후 변경 사항을 인지할 수 있도록 표기하여 항목무응답을 관리할 필요가 있다.

또한, 조사원이 측량업체 접촉 시 접촉일시, 접촉시간, 협조가능성 등을 기재하지 않아 별도의 파라미터가 관리되지 않고 있는 상황이므로, 무응답 발생원인 파악 및 조사 업무량 측정 등 자료로 활용하기 위한 최초 접촉 시부터 파라미터 관리가 필요하다(통계청 파라미터 양식 부록 2 참조).

### 3. 단위무응답 처리 방안

표본조사로 진행되는 일반측량업은 표본대체를 통하여 단위무응답을 처리하고 있지만 전수조사 업종의 경우 응답 불응시 표본대체를 할 수 없다. 따라서 전수조사 시 응답업체만으로 평균임금을 산출할 경우 편향될 수 있으므로 가중치 조정 방법을 적용할 필요가 있다.

일반적으로 조사단위에 대해 가중의 절차는 1) 추출가중치 또는 설계가중치, 2) 무응답조정가중치, 3) 사후층화가중치의 단계로 이루어진다.

#### 1) 설계가중치

설계가중치는 표본추출 설계로부터 직접적으로 얻어지는 값이다. 임의의 모집단으로부터 적절한 크기의 표본을 추출할 때 단위가 표본에 포함될 확률의 역수로 설계가중치를 계산할 수 있다. 이때 포함확률은 기지(known)의 값이다.

#### 2) 무응답조정가중치

무응답 조정가중치(nonresponse weight)의 중요한 역할은 조사로부터 발생한 무응답으로 인한 무응답 편향을 제거하기 위한 것이다. 무응답 편향은 무응답 자들이 응답자들과 차이가 있을 때 발생하며, 모집단에 대해 매우 높은 비율로 추정치에 영향을 줄때 발생한다. 무응답 조정가중치를 계산하는 방법으로는 이용 가능한 정보의 근원에 따라 “표본에 기초한 무응답조정 방법” 과 “외부정보를 이용한 무응답 조정방법” 이 있다.

(1) 표본에 기초한 무응답 조정방법

이용가능한 정보가 표본으로 한정되며, 전체 모집단에 대한 정보는 알 수 없고, 무응답 단위들의 기본가중치를 표본응답자들에게 배분하여 응답단위들에 대해 조정된 가중치의 합이 전체표본단위들에 대한 기본가중치의 합이 된다.

$$F_c = \frac{\sum_{i=1}^{n_1} w_i MOS_i + \sum_{i=1}^{n_2} w_i MOS_i}{\sum_{i=1}^{n_1} w_i MOS_i}$$

여기서  $n_1$ 은 표본응답자들의 수이고,  $n_2$ 는 무응답 자들의 수이다.  $w_i$ 는 기본가중치이고  $MOS_i$ 는 표본추출설계에 의해 결정되는 적절한 크기척도를 나타낸다.

그러면 조정값  $F_c$ 를 표본응답자들의 기본가중치를 곱하여 각 단위의 가중치로 고려하면 무응답 조정 가중값  $w_i^{(a)}$ 를 계산할 수 있다.

$$w_i^{(a)} = \begin{cases} F_c w_i, & \text{그룹1} \\ 0, & \text{그룹2} \\ w_i, & \text{그룹3} \end{cases}$$

이때 그룹1은 응답그룹을 그룹2는 무응답그룹을 그룹3은 부적절한 표본그룹을 나타낸다.

## (2) 외부정보를 이용한 무응답 조정방법

표본에 기초한 무응답 조정 가중치를 계산한 후 외부자료를 이용하여 사후층화, raking, 또는 calibration 등의 방법으로 이 가중치를 조정한다. 외부자료를 이용한 경우 조정인자  $F_c$ 가 다음과 같이 수정된다.

$$F_c^* = \frac{MOS_c}{\sum_{i=1}^{n_1} w_i MOS_i}$$

여기서  $MOS_c$ 는 계급  $c$ 에 대해 외부데이터로부터 얻는 크기척도이다.

이때 유일한 외부정보는 표본추출틀로부터 구할 수 있으며 이를 가중계급을 구성하는데 이용한다. 가중계급을 구성하기 위해 이용 가능한 방법으로는 경험적인 방법, 분류소프트웨어(CHAD), 성향점수모형, 다중가법회귀나무(MART) 등이 있다.

## 3) 사후층화 가중치

### (1) 사후층화 조정

사후층화(post-stratification) 조정은 추출틀의 불완전으로 인한 포괄성의 차이, 표본의 불균형 또는 비대표성, 무응답에 의한 차이 등을 조정하기 위해 광범위하게 이용되는 방법이다. 즉, 표본응답자들의 가중치를 조정함으로써 가중된 표본분포가 기지의 모집단분포와 같아지도록 하는 방법이다. 이러한 사후층화 조정을 실시하는 주된 이유는 첫째, 추정치의 정도를 개선할 수 있으며, 둘째, 추정분산을 줄이기 위해 층화와 비추정을 사용할 수 있고, 셋째, 부차모집단간의 포괄성과 무응답에 따른 추정치의 편향을 감소시키며, 넷째, 모집단의 다양한 그룹에 대해 추정치의 일치성을 보장한다.

## (2) 래킹비조정

래킹비조정(raking ratio adjustment)은 전수조사 자료와 표본조사 자료간의 일치성을 확보하기 위해 1940년에 미국에서 Deming과 Stephan에 의해 처음 제안된 방법으로 2차원 분류표상의 각 셀 값을 반복적으로 조정해 가는 방법이다. 래킹비 조정 절차는 기본가중치를 하나의 주변분포를 이용하여 조정 한 후, 두 번째 주변분포를 재차 이용하여 가중치를 조정한다. 이러한 과정을 특정한 수렴조건을 만족할 때까지 반복적으로 수행한다.

래킹비 조정 절차의 단점은 첫째, 반복적으로 셀 값을 조정해가는 과정에서 수렴성을 보장할 수 없다는 점이다. 즉, 래킹해야 할 차원을 잘못 선택할 경우 래킹 과정이 수렴하지 않을 수 있다. 둘째, MSE 계산이 매우 어렵다는 점이다. 왜냐하면 래킹 추정량의 구조가 복잡하기 때문에 직접적으로 MSE를 계산하기 어렵다는 문제가 있다. 셋째, 무응답과 같은 상황에 바로 적용하기란 쉽지 않다.

## (3) 보정

보정(calibration)은 추출설계에 따른 기본가중치 또는 추출가중치와 보정된 새로운 가중치 간의 차이를 나타내는 일종의 거리함수(distance function)를 주어진 조건을 만족하도록 최소로 하는 가중값을 구한 방법이다. 이때 제한 조건을 나타내는 식을 보정방정식(calibration equation)이라 하며 다음과 같이 정의한다.

$$\sum_s w_i x_i = \sum_U x_i = \tau_x$$

여기서  $x_i$ 는 관심변수  $y_i$ 와 강한 상관이 있는 보조변수이다.

보정방정식의 조건하에서 특정한 거리함수를 최소로 하는 새로운 가중치  $w_i$ 를 구하면 된다.

즉, 선형 거리함수  $\sum G(w, d) = \sum (w_k - d_i^2) / 2d_i$ 를 최소로 하는 새로운  $w_i$ 를 구하면  $w_i = d_i(1 + \sum d_i x_i)(\sum x_i x_i')^{-1}(\tau_x - \hat{\tau}_x)$ 이며 이를 총합추정량의 식에 대입하면 다음과 같은 일반화 회귀추정량(generalized regression estimator : GREG)이 된다.

$$\hat{\tau}_{yGREG} = \hat{\tau}_{yHT} + \hat{B}'(\tau_x - \hat{\tau}_{xHT})$$

이와 같은 회귀추정량의 장점은 연속형 보조정보를 사용할 수 있고, 유연성을 가지며, 분산을 정의할 수 있다는 점이다.

#### 4) 가중의 효과

표본의 추출률과 조사에서 발생하는 무응답, 그리고 프레임의 불완전성으로 인한 비포괄성 문제 등을 해결하기 위해서는 반드시 가중치를 고려해야 한다. 만일 가중을 하지 않으면, 추정치의 편향이 증가하게 되며 따라서 추

정치의 왜곡을 피할 수 없게 된다. 그러나 가중치를 고려하게 되면 추정치의 편향은 감소하지만 가중의 효과로 인해 분산이 증가하게 된다. 이러한 이유 중의 하나는 각 단위에 부과되는 가중치의 변동이 매우 클 경우에 발생한다.

모집단 평균을 추정함에 있어 분산의 증가분에 기여한 가중치의 효과는 다음과 같은 인자에 의해 측정된다.

$$L = n \times \frac{\sum_h n_h w_h^2}{(\sum_h n_h w_h)^2}$$

여기서  $n = \sum_h n_h$ 로서 실제 표본크기를 나타내며,  $w_h$ 는 최종가중치,  $n_h$ 는  $h$ 층의 실제 표본크기이다.

이식은 다음과 같이 가중치의 변동계수(CV)의 식으로 재표현이 가능하다.

$$L = n \times \frac{\sum_j w_j^2}{(\sum_j w_j)^2} = 1 + CV^2(w_j)$$

이때  $CV^2(w_j) = \frac{n}{(\sum_j w_j)^2} \left( \sum_j w_j^2 - \frac{1}{n} (\sum_j w_j)^2 \right)$ 이다.

## 5) 가중치의 절단

일단 가중치가 계산되어 불완전성을 보상하기 위해 조정된 다음, 조정된 가중치의 분포를 파악하는 것이 바람직하다. 극히 작은 표본에 의해 극단적으로 큰 가중치는 추정치의 분산을 증가시키는 요인이 되기 때문이다. 그러므로 가중치의 변동을 고려하여 최대값 수준에서 극단가중치를 절단하는 것

이 필요하다. 가중치의 절단(trimming of weights)은 대체로 무응답에 대한 조정 후에 수행하는 것이 일반적이다.

가중치의 절단 작업은 분산을 축소시키는 효과가 있지만, 다른 한편으로는 추정치의 편향을 야기하게 된다. 따라서 매우 큰 가중치에 대해 절단 작업을 수행하면, 분산의 크기는 줄일 수 있지만, 편향의 크기가 상대적으로 증가하게 되는 문제가 있다. 따라서 가중치의 절단은 절단을 함으로서 발생하는 분산의 감소분 보다 총 MSE상의 영향이 적도록 가중치를 절단하는 것이 바람직하다.

층화 추출설계에 대해, 가중치 절단과정은 각 층 내에서 수행되는 것이 이상적이다. 먼저 원 가중치들에 대한 상한(upper bound)을 정의하고, 전체 가중치들에 대해 절단된 가중치들의 합이 원가중치들의 합과 같아지도록 조정한다.  $w_{hi}$ 를  $h$ 층의  $i$ 번째 단위에 대한 최종 가중치라 하고,  $w_{hB}$ 를  $h$ 층에 대해 정해진 가중치들의 상한이라 하자. 그러면,  $h$ 층의  $i$ 번째 표본단위에 대한 절단 가중치는 다음과 같다.

$$w_{i(T)} = \begin{cases} w_{hi}, & w_{hi} \leq w_{hB} \\ w_{hB}, & w_{hi} \geq w_{hB} \end{cases}$$

그러면 전체 표본에 대해 절단된 가중치들의 합이 원 가중치의 합과 같아지도록 조정되어야 한다. 층 내에서 상수인 가중치를 가정하고,  $F_T$ 를 원 가중치들의 합과 절단된 가중치들의 합의 비라 하자.

$$F_T = \frac{\sum_h n_h w_h}{\sum_h n_h w_{h(T)}}$$

만일  $h$ 층에 대해 조정된 절단가중치를  $w_{h(T)}^*$ 이라 하면 이는 다음과 같다.

$$w_{h(T)}^* = F_T \times w_{h(T)}$$

이때  $w_{h(T)}^*$ 는  $\sum_h n_h w_{h(T)}^* = \sum_h n_h w_h$ 를 만족한다.

#### 4. 측량업체임금실태조사 무응답 처리 방안

##### 1) 항목무응답 처리 방안

무응답은 단위무응답(unit nonresponse)과 항목무응답(item nonresponse)으로 구분되는데, 단위무응답은 대상을 못 만나거나 응답거절 등으로 조사자체를 못하는 것이고, 항목무응답은 조사는 진행되었으나, 일부 문항에 있어서 응답을 하지 않는 경우에 나타난다.

단위무응답의 경우, 응답대상을 대체하는 등의 방법으로 진행되지만, 항목무응답을 그대로 분석할 경우 비편향추정량(unbiased estimator)이 되지 못하는 등의 문제가 있어, 이를 보정하게 된다. 무응답보정 방법은 매우 다양하며, 최근에 개발된 기법은 매우 좋은 효율을 보이고 있다. 그러나 측량업체 임금실태조사에 적합한 무응답 보정방법을 찾아 적용하는 것은 전문가가 아니면 쉽지 않은 일이다.

따라서 가능한 항목무응답이 없도록 조사하며, 일부 문항이 빠졌을 경우 추가조사를 진행하여 응답을 다 받도록 하는 것이 좋다. 일부 몇몇 조사에서 무응답이 발생하였다면 다음과 같이 구분하여 간단히 적용할 수 있다<sup>1)</sup>.

- 표본층의 경우, 해당 셀(cell)의 평균 또는 최빈값으로 대체

---

1) 이는 최적의 방법이 아닌, 일반인들이 쉽게 적용할 수 있는 간단한 방법을 소개하는 것이다. 또한 일부 몇 개의 무응답인 경우에 적용하며, 항목무응답이 많을 경우에는 연구를 하여 진행하여야 한다는 것을 밝혀둔다.

- 전수층의 경우, 비슷한 규모의 대상 또는 과거의 조사값으로 대체
- 전수층의 비슷한 규모가 없는 경우 또는 비교가 안 되는 대상이라고 판단되면, 재조사 또는 외부에 공개된 자료 등을 찾아 대체

위와 같이 쉽게 활용할 수 있는 방법을 제시하였지만, 가능한 항목무응답은 없도록 하는 것이 가장 좋을 것이다.

## 2) 단위무응답 처리 방안

단위무응답이 발생하였을 경우, 표본층은 표본대체로 조사하기 때문에 기존의 추정방식을 그대로 사용할 수 있다. 그러나 전수층의 경우는 대체할 표본이 없기 때문에 조사 안 된 부분에 대해 보정이 이뤄져야 한다. 만약 조사가 안 된 부분을 빼고 추정하면 과소추정(under estimate)된다.

가중값을 조정해서 산출하는 방식을 적용할 때, 고려할 사항은 각 셀(cell)별로 가중값이 산출되기 때문에, 셀에서 조사가 전혀 이루어지지 않는 경우가 발생하지 않도록 하는 것은 중요한 일이다. 만약 특정 셀(cell)에서 조사가 전혀 이루어지지 않는다면 해당 셀에 대한 추정이 불가능하기 때문에, 전체 추정값이 산출되지 않는다. 따라서 래킹비 조정 등의 방법을 적용해야 하는 어려움이 생긴다<sup>2)</sup>. 따라서 반드시 셀 전체가 조사되도록 하는 것은 중요하다.

---

2) 이러한 경우에는 전문가의 도움을 받을 필요가 있다.



## 제 5 장 결론 및 제언

### 제 1 절 결론

측량업체임금실태조사는 『공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률』에 의하여 등록된 측량업체에서 근무하는 측량기술자의 실지급 임금수준을 조사하여 측량사업 수행시 투입기술자의 실지급 임금으로 적용하기 위한 기초 자료를 해당업체 및 유관기관에 제공하는데 그 목적이 있다.

2019년 측량업체임금실태조사의 표본설계와 관련하여 검토한 결과 ‘표본 설계 방안’, ‘무응답 처리 방안’ 등이 필요한 것으로 파악되었다.

측량업체임금실태조사는 측지측량업, 연안조사측량업, 항공촬영업, 공간영상도화업, 영상처리업, 지도제작업, 수치지도제작업, 지하시설물측량업, 공공측량업은 전수조사로 진행하고, 일반측량업은 표본조사를 하고 있다. 일반측량업에 대해 표본조사를 실시하고 있으나 표본규모를 산출하는 근거가 부족하고 표본을 배분하여 추출하는 과정에 대한 설명이 미흡할 뿐만 아니라, 특히 표본조사임에도 불구하고 가중치 및 추정식이 제시되고 있지 않다. 전수조사에서의 응답률이나 무응답 처리 방법, 그리고 표본조사에서의 표본대체 현황에 대한 정보를 제공하지 않고 있다.

따라서 본 연구에서는 2019년 측량업체임금실태조사 결과와 2020년 정기통계 품질진단 결과를 토대로 새로운 표본설계 방안(표본추출방법, 표본배분, 가중치 부여 및 모수추정 등)과 무응답 처리 방안 등을 마련하여 측량업체임금실태조사의 품질을 개선하고자 하였다.

본 연구의 주요 결과를 정리하면 다음과 같다.

첫째, 업종과 지역을 층화기준으로 구축된 조사모집단에 대한 충분한 분석을 통해 모집단의 특성을 잘 반영한 효과적인 표본배분방법과 표본추출방법을 제시하였다. 그리고 응답률이 낮거나 일정 수 이상의 크기를 가지고 있는

전수층의 업종을 표본층으로 전환하는 방안을 검토하였다. 또한 정확한 통계 산출을 위해서는 표본설계에 따라 설계가중치와 조사과정에서 발생하는 무응답 조정을 위한 무응답조정가중치 등을 적용한 가중치를 부여하는 과정을 구체적으로 기술하였고, 모수추정 식을 제시하였다.

둘째, 항목무응답 및 단위무응답 현황과 발생 이유를 검토한 후, 무응답 처리 방안을 마련하였다.

## 제 2 절 제언

측량업체임금실태조사는 측량업체와 측량업종사자들에게는 매우 중요한 조사이다. 따라서 다른 조사에 비하여 응답률이 높은 조사이다. 그러나 조사의 중요성에 비하여 예산과 인력 등은 부족하게 운영되고 있다.

본 연구에서 제시한 표본설계와 무응답 보정방법은 추정이 잘 하기 위한 방법을 제시한 것이다. 그러나 데이터를 수집하는 과정과 처리하는 과정에서 문제가 생기면 좋은 추정을 하기가 어렵게 된다. 따라서 연구를 진행하면서 전문가 자문회의에서 논의된 내용과 연구진의 의견을 종합하여 측량업체임금실태조사 품질개선을 위해 제언하면 다음과 같다.

첫째, 예산확대를 통한 조사와 관리를 구분한 전문화가 필요하다. 현재 조사는 공간산업협회에서 1~2명이 책임지고 조사전체를 진행하고 있는데, 이는 조사를 지속적으로 일관성 있게 하는데 어려움이 있게 된다. 예산의 확보를 통해 조사는 전문조사업체가 할 수 있는 방안이 마련된다면, 공간산업협회의 담당자는 조사관리를 중점적으로 집중할 수 있게 되어, 통계의 품질 향상에 도움이 될 것이다.

둘째, 통계전문인력 활용이다. 본 연구에서 제시하고 있는 표본설계부터 추정과 무응답보정 방법은 전문적인 영역이기 때문에 쉬운 방법을 활용한다고

하더라도 어려움이 생긴다. 따라서 통계전문인력을 활용할 수 있는 방안이 마련되어야 할 것이다.

셋째, 현재 사업체에 대한 기본 자료의 확보가 필요하다. 표본설계를 잘하기 위해서는 조사대상에 대한 많은 정보가 필요한데, 측량업체임금실태조사의 조사대상에 대한 정보가 부족해 층화변수도 업종과 지역만을 사용하였다. 사업체의 규모나 측량업종사자들의 구성에 대한 정보가 명확하다면 이를 이용하여 더 좋은 표본설계와 추정이 가능하게 될 것이다.

넷째, 본 연구에서 제시한 전 과정을 하나의 프로세스(통계작성기획 → 조사설계 → 자료수집 및 처리 → 문서화 및 자료제공 → 조사결과 관리)로 만들어 놓는 것이다. 하나의 프로세스로 전 과정을 진행하면서 정리해 둔다면 향후 활용하는데 수월하게 될 것이다. 통계작성기획 단계에서는 매년 측량업체임금실태조사를 진행하면서 조사방법이나 조사내용 등의 변경이 있는지를 검토하고, 변경사항이 발생할 경우 통계작성변경에 대한 승인을 통계청에 요청하여야 한다. 조사설계 단계에서는 새로운 환경 또는 새롭게 파악할 내용이 있는지를 점검한 후 조사표를 수정·보완하고, 주기적으로 표본설계를 진행하여야 한다. 자료수집 및 처리 단계에서는 공간정보산업협회가 직접 조사를 수행하기 때문에, 매년 조사하는 과정에서 발생하는 특이사항 등을 정리하고, 추후 조사에 이를 활용하는 것이 필요하다. 문서화 및 자료제공 단계에서는 공간정보산업협회가 최종보고서를 작성하고, 자료제공을 위해 개인정보 보호에 대한 방안을 마련할 필요가 있다. 조사결과 관리 단계에서는 성과를 어떻게 관리하고 얼마나 관리할지에 대한 내용과 다음연도 조사를 위해 점검하고 보완할 내용을 기록하고 개선할 필요가 있다.

다섯째, 본 연구에서 제안한 다양한 내용을 잘 지키는 것이다. 전수층의 응답률 향상을 위한 노력, 파라미터 관리, 표본설계 방안 등을 잘 지킬 수 있도록 지속적으로 노력한다면 좋은 통계가 될 것이다.

여섯째, 통계의 활용성을 체크하는 것이다. 통계는 지속적으로 나오고 있는

데, 이 통계의 활용이 제대로 되고 있는지, 어느 부분이 잘 활용이 안 되는지 등을 지속적으로 모니터링하는 것은 중요하다. 통계의 역할은 활용성이다. 따라서 통계가 잘 활용될 수 있도록 모니터링하고 개선하려는 노력은 지속적으로 이루어져야 한다.

일곱째, 조사업체에게 지속적인 홍보를 통해 조사에 대한 중요성을 인식시키는 것이다. 측량업체임금실태조사 결과가 측량업체와 측량업종사자에게 중요하게 활용된다는 등의 홍보를 통해 중요성을 인식시켜 주는 것이 필요하다. 또한 부처의 공문을 받아 함께 첨부하면 더욱 공신력이 있을 것이며, 정책에도 반영된다는 것을 인식시켜줌으로써 더욱 효과가 있을 것이다.

마지막으로 2020년도 측량기술자 임금과 가중치 조정에 의한 측량기술자 추정 임금의 차이 비교에서 기술계 기술사와 기능계 측량의 중급의 경우 비교적 큰 과소추정이 되는 문제에 대해서는 관련 전문가들과 좀 더 심도있게 분석 및 논의를 할 필요가 있다.

## 참고문헌

- 공간정보산업협회(2019). 2018년 측량업체임금실태조사 보고서
- 국토교통부 · 국토지리정보원(2019). 측량부문 대가 산정체계 분석을 통한 개선방안 연구
- 통계청(2015). 측량업체임금실태조사 정기통계품질진단 결과보고서
- 통계청(2020). 측량업체임금실태조사 정기통계품질진단 결과보고서
- 한국보건사회연구원(2006). 표본추출 및 관리 매뉴얼
- Beaumont, J-F., and Rivest, L-P.(2007). A Weight Smoothing Method for Dealing with Stratum Jumpers in Business Surveys. *Proceedings of the Survey Methods Section of SSC Annual Meeting.*
- Bethlehem, J.(2009). *Applied Survey Methods*, Wiley.
- Biemer, P. P., and Lyberg, L. E.(2003). *Introduction to Survey Quality*, John Wiley and Sons.
- Cochran. W. G.(1977). *Sampling Techniques*, John Wiley & Sons, Inc.
- Groves, R. M., Dillman, D. A. Eltinge, J. L., and Little, R. J. A.(2002). *Survey Nonresponse*, John Wiley and Sons.
- Groves, R. M., Fowler, Jr., F. J., Couper, M. P., Lepkowski, J. M., Singer, E., and Tourangean, R.(2004). *Survey Methodology*, John Wiley and Sons.
- Hansen, M. H., and Hurwitz, W. N.(1946). The Problem of Non-response in Sample Surveys, *Journal of the American Statistical Association*, 41, 517-529.
- Hidiroglou, M. A., and Berthelot, J. M.(1986). Statistical Edit and Imputation for Periodic Surveys, *Survey Methodology*, 12, 73-83.

Rivest, L.-P.(1999). Stratum Jumpers: Can We Avoid Them? *Proceedings of the Survey Research Methods Section, American Statistical Association*, 64-72.

SAS/STAT User's Guide, Version 9, SAS Publishing.

부록 1 : 조사표



2020년 측량업체임금실태조사

- 이 조사는 측량업체에서 근무하는 측량기술자의 실지급 임금수준을 조사하여 측량사업 수행시 투입기술자의 실지급 임금으로 적용하기 위한 기초자료로 활용되는 **중요한 조사(통계청 승인 제 377001호)**입니다.
- 이 조사표에 **기재된 내용은 통계법 제33조 및 34조에 의해 비밀이 보호되며, 세금과도 무관함**을 알려드립니다.
- 본 조사를 토대로 작성된 통계결과표는 **2019년 12월 31일에 공표될** 예정입니다.

## 2020년 측량업체임금실태조사표

【실시기관 : 공간정보산업협회】

### 1 업체현황

사업자등록번호		측량업등록번호	
사업체명		측량업등록일	
대표자		전화번호	
사업체 주소			
주5일근무 시행여부	① 전면시행 (22일/월)    ② 부분(격주)시행 (23.5일/월)    ③ 미시행 (25일/월)		
연봉제 시행유무	① 시행                            ② 부분(일부)시행                            ③ 미시행		

### 2 인력보유현황

측량전담 기술인력	남		명	기타인력		명	합 계 (전체인원)		명
	여	명	명						

### 3 임금 동향

- ※ 영업개시일이 **2020년 1월 1일 이후**인 업체는 기재하지 마십시오.
- ※ 전년 대비 임금 동향 및 원인에 대해 아래 3가지(임금상승, 임금인하, 임금동결)중 한가지 해당번호에 선택(✓)하고, 변동율(%)기재 및 변동원인을 선택(중복선택 가능)해 주시기 바랍니다.

임금동향 변동율	① 임금상승 인상율 :                            %	② 임금인하 인하율 :                            %	③ 임금동결 동 결 :                            0 %
변동원인	① 기술인력 부족 ② 다른업체와의 경쟁 ③ 물가상승 ④ 경영수지 상태향상 ⑤ 노사관계 안정필요 ⑥ 기타	① 기술인력 공급증가 ② 수주물량 감소 ③ 물가하락 ④ 경영수지 악화 ⑤ 기타	① 기술인력 수급안정 ② 수주물량 감소 ③ 물가안정 ④ 임금협상 진행중 ⑤ 기타

#### ④ 측량기술자 등급별 임금현황

- \* 2020년 7월 만근한 측량기술자의 실지급 임금을 기준으로 등급별 대상인원 전체의 합계 금액을 기재
- \* 기술사는 특급기술인 중 "측량및지형공간정보기술사" 자격을 소지한 기술인만 기재하시기 바랍니다.
- \* 특급기술인은 "측량및지형공간정보기술사"를 포함한 대상인원 전체의 합계 금액을 기재하시기 바랍니다.

(단위 : 명, 원)

구 분		대상인원	기본급여	제수당	월간상여금	월간퇴직급여충당금	월간사회보험료 (회사부담분)	합계
기술자	기술사							
	특 급							
	고 급							
	중 급							
측량 기능사	초 급							
	고 급							
	중 급							
지도제 작 기능사	초 급							
	중 급							
	고 급							
도화 기능사	초 급							
	중 급							
	고 급							
항공사 진 기능사	초 급							
	중 급							
	고 급							
기 타	사업용조종사							
	항 법 사							
	항공 정비사							
합 계								

5 작성자

소속/직위		성명	(인)
핸드폰번호		E-mail	@

6 기타 의견

( \* 측량업체임금실태조사 전반에 관하여 개선 및 요구사항을 작성하여 주시기 바랍니다 )

《 제 출 처 》

(07316) 서울시 영등포구 도신로 237 KASM빌딩 2층 (신길동 110-4) 공간정보산업협회  
회원지원본부 회원지원팀(담당 : 김민경 사원 ) (E-mail:mkkim@kasm.or.kr)

TEL:02-2670-7148(직통), FAX:02-2679-4266,(팩스 전송후 확인)

협회 홈페이지 : <http://www.kasm.or.kr> (정보자료실-통계자료-임금실태통계조사)

인터넷조사 홈페이지 : [http://narastat.kr/ies\\_kasm](http://narastat.kr/ies_kasm) (공지사항)

~ 수고하셨습니다 ~





### 부록 3: 표본추출 SAS 코드

```
표본추출 SAS 코드
/*1 단계: 모집단 자료(엑셀 파일) 불러오기*/
proc import datafile = 'E:\2020년 모집단.xlsx'
out = Pop
dbms = excel replace;
sheet = 'Sheet1';
run;

data Sample;
set Pop;
ID = _n_; *업체별 구분을 위한 key 변수(ID) 생성;

*전수집단과 표본집단 구분;
if _COL2 in ( '측지측량업','연안조사측량업','항공촬영업','공간영상도화업','영상처리업')
then gubun = '전수조사';
if _COL2 in ( '지도제작업', '수치지도제작업', '지하시설물측량업', '공공측량업', '일반
측량업') then gubun = '표본조사';

*시도 변수 생성;
area = substr(_COL9,1,4);
*시도 변수에 순서를 부여하기 위해 숫자 부여;
if area = '서울' then area1 = "01.서울";
if area = '부산' then area1 = "02.부산";
if area = '대구' then area1 = "03.대구";
if area = '인천' then area1 = "04.인천";
if area = '광주' then area1 = "05.광주";
if area = '대전' then area1 = "06.대전";
if area = '울산' then area1 = "07.울산";
if area = '세종' then area1 = "08.세종";
if area = '경기' then area1 = "09.경기";
if area = '강원' then area1 = "10.강원";
if area = '충북' then area1 = "11.충북";
if area = '충남' then area1 = "12.충남";
if area = '전북' then area1 = "13.전북";
```

표본추출 SAS 코드

```

if area = '전남' then area1 = "14.전남";
if area = '경북' then area1 = "15.경북";
if area = '경남' then area1 = "16.경남";
if area = '제주' then area1 = "17.제주";

*데이터에서 표본집단만 남기기;
if gubun = '표본조사';
run;

/*측량업종 등록년월을 기준으로 오름차순 정렬*/
proc sort data = Sample;
by _COL2 area1 _COL19;
run;

/*표본 추출 시 각 업종별로 표본을 추출함*/
*1. 지도제작업 표본 추출;
data sample1;
set sample;
*지도제작업체만 불러오기;
where _COL2 in ('지도제작업');
run;
*표본추출: 지역(층) 별 할당된 표본크기 대로 표본을 등록년월을 기준으로 계통
추출한 후 Orig_Samp_Of_1 데이터에 저장함;
proc surveyselect data = sample1 n = (11,4,2,5,2,3,1,12,3,3,5,4,3,6,3,3)
m = sys out = Orig_Samp_Of_1;
strata area1; *층화 변수(지역) 선언;
run;

*2. 수치지도제작업 표본 추출;
data sample2;
set sample;
where _COL2 in ('수치지도제작업');
run;

```

표본추출 SAS 코드

```
proc surveysselect data = sample2 n = (11,5,3,5,1,4,5,1,16,7,6,7,6,7,8,7,5) m = sys out  
= Orig_Samp_Of_2;
```

```
strata area1;
```

```
run;
```

*\*3. 지하시설물측량업 표본 추출;*

```
data sample3;
```

```
set sample;
```

```
where _COL2 in ('지하시설물측량업');
```

```
run;
```

```
proc surveysselect data = sample3 n = (8,5,3,5,1,3,4,15,7,6,7,8,7,8,6,5) m = sys out =  
Orig_Samp_Of_3;
```

```
strata area1;
```

```
run;
```

*\*4. 공공측량업 표본 추출;*

```
data sample4;
```

```
set sample;
```

```
where _COL2 in ('공공측량업');
```

```
run;
```

```
proc surveysselect data = sample4 n = (10,7,5,9,2,5,5,2,17,13,10,12,12,16,16,11,5) m =  
sys out = Orig_Samp_Of_4;
```

```
strata area1;
```

```
run;
```

*\*5. 일반측량업 표본 추출;*

```
data sample5;
```

```
set sample;
```

```
where _COL2 in ('일반측량업');
```

```
run;
```

```
proc surveysselect data = sample5 n = (16,12,9,11,7,9,9,8,50,27,24,29,16,18,24,21,10)  
m = sys out = Orig_Samp_Of_5;
```

```
strata area1;
```

표본추출 SAS 코드

```

run;

proc freq data = Orig_Samp_Of_5;
tables area1 * _col1 / nocol norow nopercent;
run;

/*****/
/*예비표본 추출: 지도제작업*/
*1 단계: 프레임에서 표본으로 추출된 업체 제거;
proc sort data = sample1;
by id;
proc sort data = Orig_Samp_Of_1;
by id;
*2 단계: 지도제작업 프레임에서 본표본을 제외한 프레임 구축;
data sample1_1;
merge sample1(in = i) Orig_Samp_Of_1(in = j);
by id;
if i = 1 and j = 0 ;
run;
*3 단계: 지역별 - 측량업종 등록년월 순으로 정렬;
proc sort data = Sample1_1;
by area1 _COL19;
run;

*1차 예비표본 추출: 계통추출법으로 추출, 층이 정렬된 순서대로 층별 표본 크기를 정의, 추출된 데이터는 Repla_Samp_Of_1 데이터 셋에 저장;
*단, 본표본 추출 후 더 이상 업체가 존재하지 않는 층이 있으므로 층별로 남아 있는 업체의 수를 확인하면서 표본 추출을 진행해야 함;
*또한 모집단의 크기가 표본크기의 2배가 안되는 경우, 추출할 수 있는 표본의 크기는 본표본 보다 작게 되므로 이를 확인해 가면서 표본을 추출해야 함;
proc surveyselect data = Sample1_1 n = (11,2,3,12,1,1,3,2,1,5,1) m = sys out = Repla_Samp_Of_1;
strata area1;
run;

```

표본추출 SAS 코드

```

/*2차 예비표본 추출*/
proc sort data = sample1_1;
by id;
proc sort data = Repla_Samp_Of_1;
by id;
*지도제작업 프레임에서 본표본을 제외한 프레임;
data sample1_2;
merge sample1_1(in = i) Repla_Samp_Of_1(in = j);
by id;
if i = 1 and j = 0 ;
run;
proc sort data = sample1_2;
by area1 _COL19;
run;
proc surveysselect data = Sample1_2 n = (11,12) m = sys out = Repl2_Samp_Of_1;
strata area1;
run;
/*3차 예비표본 추출*/
proc sort data = sample1_2;
by id;
proc sort data = Repl1_Samp_Of_1;
by id;
*지도제작업 프레임에서 본표본을 제외한 프레임;
data sample1_3;
merge sample1_2(in = i) Repl2_Samp_Of_1(in = j);
by id;
if i = 1 and j = 0 ;
run;
proc sort data = sample1_3;
by area1 _COL19;
run;
proc surveysselect data = Sample1_3 n = (11,12) m = sys out = Repl3_Samp_Of_1;
strata area1;
run;

```

표본추출 SAS 코드

```
/*4차 예비표본 추출*/  
proc sort data = sample1_3;  
by id;  
proc sort data = Repl3_Samp_Of_1;  
by id;  
*지도제작업 프레임에서 본표본을 제외한 프레임;  
data sample1_4;  
merge sample1_3(in = i) Repl3_Samp_Of_1(in = j);  
by id;  
if i = 1 and j = 0 ;  
run;  
proc sort data = sample1_4;  
by area1 _COL19;  
run;  
proc freq data = sample1_4;  
tables area1 ;  
run;  
*4차 예비표본 추출 시 '서울', '경기' 지역에만 업체가 남아 있으므로 표본은 두 지  
역에 대해서만 예비표본을 추출함;  
proc surveyselect data = Sample1_4 n = (10,13) m = sys out = Repl4_Samp_Of_1;  
strata area1;  
run;  
*지도제작업 이외의 업체들에 대해서 동일한 방법으로 예비표본을 추출함;
```

#### 부록 4: 가중치 산출 SAS 코드

```

                                가중치 산출 SAS 코드
/*조사자료(2020surveyed) 엑셀 파일 불러오기*/
proc import datafile = 'C:\2020 측량업체 임금실태조사\surveyed_data.xlsx'
out = surveyed
dbms = excel replace;
sheet = '2020surveyed';
run;
/*사·도 구분을 위한 변수 생성*/
data surveyed1;
set surveyed;
area = substr(_COL8,1,4);
if area = '서울' then area1 = "01.서울";
if area = '부산' then area1 = "02.부산";
if area = '대구' then area1 = "03.대구";
if area = '인천' then area1 = "04.인천";
if area = '광주' then area1 = "05.광주";
if area = '대전' then area1 = "06.대전";
if area = '울산' then area1 = "07.울산";
if area = '세종' then area1 = "08.세종";
if area = '경기' then area1 = "09.경기";
if area = '강원' then area1 = "10.강원";
if area = '충북' then area1 = "11.충북";
if area = '충남' then area1 = "12.충남";
if area = '전북' then area1 = "13.전북";
if area = '전남' then area1 = "14.전남";
if area = '경북' then area1 = "15.경북";
if area = '경남' then area1 = "16.경남";
if area = '제주' then area1 = "17.제주";
/*분석의 편의성을 위해 업종별 일련번호 생성*/
if _col5 = '지하시설물측량업' then upjong = '08.지하시설물측량업';
if _col5 = '측지측량업' then upjong = '01.측지측량업';
if _col5 = '연안조사측량업' then upjong = '02.연안조사측량업';
if _col5 = '항공촬영업' then upjong = '03.항공촬영업';
if _col5 = '항공' then upjong = '03.항공촬영업';
if _col5 = '공간영상도화업' then upjong = '04.공간영상도화업';

```

가중치 산출 SAS 코드

```

if _col5 = '영상처리업' then upjong = '05.영상처리업';
if _col5 = '지도제작업' then upjong = '06.지도제작업';
if _col5 = '수치지도제작업' then upjong = '07.수치지도제작업';
if _col5 = '공공측량업' then upjong = '09.공공측량업';
if _col5 = '일반측량업' then upjong = '10.일반측량업';
if _COL3 = '진수' then A1 = 1;

run;
/*층별 모집단 크기, 표본설계 시 배분 된 표본크기, 실제 조사된 유효 표본수 자료 불러오기*/
proc import datafile = 'E:\2020년 자료 분석\size.xlsx'
out = size
dbms = excel replace;
sheet = 'Sheet1';
run;
/*두 자료의 병합을 위해 업종 - 시도별 정렬*/
proc sort data = size;
by upjong1 city1; run;
proc sort data = surveyed1;
by upjong1 city1; run;

/*자료 병합*/
data surveyed2;
merge surveyed1 size;
by upjong1 city1;
if frame_size = 0 or resp_size = 0 then delete;
/*초기가중치: 추출확률의 역수*/
w_initial = frame_size/sample_size;
/*무응답가중치: 표본설계 상 표본 크기 / 실제 조사된 유효 표본 수*/
nonresp_weight = sample_size/resp_size;
/*최종가중치 산출 */
Final_Weight = w_initial * nonresp_weight;
run;
/*가중치 산출 값 확인: 가중치의 합 = 모집단 크기*/
proc means data = surveyed2 sum;
var final_Weight;
run;

```