

발 간 등 록 번 호

11-1240000-000696-01

2013년도 국가통계 품질개선컨설팅 연구용역

# 『엔지니어링서비스업 경영분석』 품질개선 컨설팅 최종결과보고서

2013. 12.



제 출 문

## 제 출 문

통계청장 귀하

본 보고서를 『엔지니어링서비스업 경영분석』 품질개선  
컨설팅의 최종보고서로 제출합니다.

2013년 12월

한국통계진흥원장 제 정 본 ㉠

### 연구진

---

책임연구원	김 경 태 (한국통계진흥원 사무국장)
공동연구원	김 황 대 (한국통계진흥원 연구위원)
연구 원	임 대 철 (한국통계진흥원 기획연구부 과장)
연구 원	김 종 환 (한국통계진흥원 기획연구부 과장)
연구보조원	남 은 정 (한국통계진흥원 기획연구부 연구원)
연구보조원	서 미 경 (한국통계진흥원 조사부 연구원)
통 계 청	김 원 태 (통계청 품질관리과 사무관)
	백 철 호 (통계청 품질관리과 주무관)



## 최종결과보고서 요약문

연구과제명	2013년 국가통계 품질개선 컨설팅(엔지니어링서비스업 경영분석)
주제어	엔지니어링서비스업, 경영지표
연구기간	2013. 10. 18 ~ 2013. 12. 9
연구기관	(재)한국통계진흥원
연구진	김경태, 김황대, 임대철, 김종환, 남은정, 서미경, 김원태, 백철호

한국엔지니어링협회에서 1년 주기로 작성하는 엔지니어링서비스업에 대한 경영지표들을 산출하기 위해 모집단 3,625개(2013년 조사 기준)를 대상으로 전수조사로 진행하고 있으나 응답률이 70%에 불과하다. 저조한 응답률에 대해 사후 가중치나 무응답에 대한 보정이 시행되지 않고 있어 통계품질을 저하 요인이 상존하므로 표본조사의 전환을 가능토록 하는데 본 연구의 목적이 있다.

- 엔지니어링서비스업 경영분석 통계에 대한 현황 및 문제점을 검토하여 효과적인 개선방법을 도출하였다.
- 검토결과, 저조한 응답률과 무응답에 대한 미보정을 보완하고 효율적인 통계작성이 되도록 표본조사로의 전환방법을 제시하였다.
  - 현 분류체계와 한국표준산업분류 중 엔지니어링 관련 업종을 비교하여 분류체계의 타당성을 검토하였다.
  - 현재 관리중인 조사모집단을 분석하고 신규, 중복, 유고사업체를 파악하여 모집단을 정비하였다.
  - 대부분 지표 중 대기업의 비중이 높은 점을 고려하여 매출액 기준으로 절사점을 구하여 전수층과 표본층을 병행하여 조사하는 방법을 제시하였다.
  - 더불어 가중치 산정 및 모수 추정 방법을 제시하였다.
- 본 연구 결과를 토대로 모집단 타당성 입증 및 표본설계 전 과정과 모집단 관리방안을 제시함에 따라 품질개선 컨설팅 이후에도 실질적으로 표본조사로의 전환이 가능하며 객관적인 통계결과를 생산할 수 있을 것으로 예상된다.



# 차 례

제1장 서론 .....	1
1. 연구배경 .....	1
2. 연구목적과 필요성 .....	1
3. 연구방법 .....	2
제2장 통계 및 개선과제 개요 .....	3
1. 통계개요 .....	3
(1) 조사목적 .....	3
(2) 조사 설계 .....	3
2. 개선과제 .....	4
(1) 현 조사의 현황 및 문제점 .....	4
(2) 개선사항 .....	5
3. 유사조사 분석 .....	6
제3장 표준산업분류 연계 검토 .....	8
1. 現 업종분류 검토 .....	8
2. 표준산업분류 연계분석 .....	9
(1) 엔지니어링 관련 업종 .....	9
(2) 모집단 분포 현황 .....	10
3. 타당성 검토 .....	11
4. 결론 .....	13

제4장 모집단 정비 .....	14
1. 現 모집단 현황 .....	14
2. 모집단 정비 절차 .....	16
3. 모집단 정비과정 .....	16
(1) 정비과정 .....	16
(2) 모집단 정비결과 .....	17
제5장 표본설계 .....	18
1. 조사모집단 .....	18
2. 모집단 분석 .....	19
3. 응용절사법 .....	22
(1) 표본배분 .....	22
(2) 목표오차별 표본규모 .....	23
4. 복합표본설계 .....	24
(1) 개요 .....	24
(2) 기술부문 구분 .....	25
(3) 절사점(Cut-point) .....	25
(4) 층화 .....	26
(5) 표본규모 .....	27
5. 표본추출 .....	30
(1) 계통추출 .....	30
(2) 추출결과 비교 .....	31
6. 추정 .....	34
(1) 가중치 .....	34
(2) 추정식 .....	35
(3) 표본오차 .....	36



제6장 모집단 관리방안 .....	37
제7장 결론 .....	40
<부록1> 표준산업분류 기준 표본설계 내역 .....	45
<부록2> 표본설계 프로그램(SAS PGM) .....	50

## - 표 목 차 -

[표 II-1] 2013년 조사 응답현황 .....	4
[표 III-1] 15개 기술부문별 업체 수 .....	8
[표 III-2] 건축기술, 엔지니어링 및 관련기술 서비스업(721) 하위 분류체계 .....	9
[표 III-3] 표준산업분류 상 모집단 분포 현황 .....	10
[표 III-4] 분류체계 작성방법 비교 .....	13
[표 IV-1] 2013 기술부문별 응답률 .....	14
[표 IV-2] 무응답 업체 매출 비중 .....	15
[표 IV-3] 모집단 분포 현황 .....	16
[표 V-1] 조사모집단 .....	18
[표 V-2] 2013 기술부문별 분포 .....	19
[표 V-3] 매출액 규모별 업체수 .....	20
[표 V-4] 매출액 규모별 매출액 분포 .....	20
[표 V-5] 절사점 결정 절차 .....	22
[표 V-6] 목표오차별 표본규모 .....	23
[표 V-7] 기술부문별 표본수(허용오차 3%) .....	23
[표 V-8] 복합표본설계 진행과정 .....	24
[표 V-9] 층화기준 .....	25
[표 V-10] 기술부문별 절사점 결정 .....	25
[표 V-11] 층화 .....	26
[표 V-12] 표본층 모집단수 .....	27
[표 V-13] 기술부문별 표본층 목표오차 .....	28
[표 V-14] 최종 표본규모 .....	29
[표 V-15] 매출액 규모별 매출액 추정량 .....	31
[표 V-16] 종사자 규모별 매출액 추정량 .....	32
[표 V-17] 주요 지표별(매출액외) 추정량 .....	33
[표 V-18] 표본변동계수 공표범위 .....	36
[표 VI-1] 폐업업체 관리 .....	38
[표 VI-2] 신규업체 관리 .....	38

## - 그림 목 차 -

[그림 I-1] 표본설계 절차 .....	2
[그림 IV-1] 모집단 정비 절차 .....	16
[그림 IV-2] 모집단 정비 결과 .....	17
[그림 V-1] 종사자규모별 매출액 비중 .....	21
[그림 V-2] 종사자규모별 종사자수 비중 .....	21
[그림 VI-1] 모집단 관리 과정 .....	37



# 제1장 서론

## 1. 연구배경

엔지니어링서비스업 경영분석은 국내 엔지니어링업체의 재무상태, 경영 및 생산성 등을 파악하여 엔지니어링업체의 경영개선을 위한 기준과 공사입찰의 적격심사 시 업체별 경영상태 평가의 평가기준을 제공하고 있다. 본 통계에 대한 문제점을 정확하게 파악하여 신뢰성 있는 경영분석지표가 작성되도록 통계작성 체계를 개선하고자 한다.

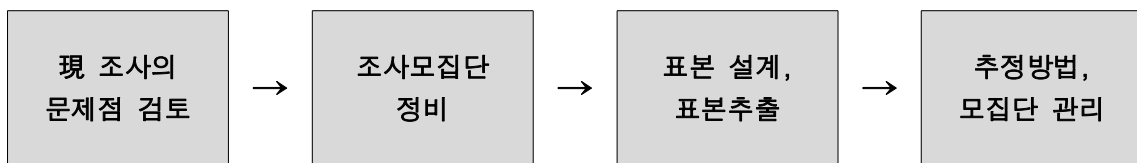
## 2. 연구목적과 필요성

엔지니어링서비스업 경영분석은 작성기관인 한국엔지니어링협회에 신고된 엔지니어링업체 전수를 대상으로 대차대조표와 손익계산서를 회수하여 작성하고 있다. 하지만, 2013년 조사 기준 조사 응답률은 전체 모집단 중 약 70%로 회수된 업체만을 분석하여 경영지표를 산출하고 있다. 무응답에 대한 보정 없이 분석된 지표는 전체 모집단의 경영상태를 반영하기에는 오차가 클 것으로 판단된다. 특히, 대기업의 조사 참여여부에 따라서 경영분석지표의 변동이 크게 나타나고 시계열 유지에도 영향을 미칠 것으로 보인다.

따라서 조사의 효율성을 높이고 무응답에 대한 보정이 가능하도록 모집단을 잘 대표할 수 있는 표본조사로 전환이 필요할 것으로 보인다. 그리고 정확한 표본설계를 실시하기 위해 현재 분류체계의 타당성을 검토하고 신규사업체 및 유고사업체가 반영될 수 있도록 조사모집단을 정비하여 표본조사를 실시해야 할 것이다.

### 3. 연구방법

본 연구에서는 현 조사의 문제점을 파악하기 위해 우선적으로 현재 모집단을 검토하고 표본설계가 가능하도록 모집단을 정비한다. 그리고 표본설계가 가능한 표본추출틀을 작성하여 모집단에 대한 분석을 통해 효과적인 표본설계 방법을 도출한다. 그리고 현재 모집단을 잘 대표할 수 있는 표본이 추출될 수 있도록 적절한 기준변수를 설정하여 모의실험을 통해 표본을 추출한다. 마지막으로 경영지표의 추정 방법 및 표본오차 산출방법에 대해 제시하고 모집단 관리방법 및 표본대체 방법도 같이 제시한다.



[그림 1-1] 표본설계 절차

## 제2장 통계 및 개선과제 개요

### 1. 통계개요

#### (1) 조사목적

엔지니어링서비스업 경영분석은 국내 엔지니어링서비스업체의 재무상태, 경영성과 및 생산성 등을 파악하여 평균적인 경영분석지표를 계산 및 제시함으로써 엔지니어링서비스업체의 경영개선을 위한 기준과 공사입찰의 적격심사 시 업체별 경영상태 평가의 평가기준을 제공하고 한국엔지니어링협회와 정책당국에서 엔지니어링서비스업계의 경영실태를 파악할 수 있는 참고자료를 제공하는 데 그 목적이 있다.

#### (2) 조사 설계

##### ■ 조사 대상

- 엔지니어링서비스업 활동을 하는 모든 사업체를 전수조사 함
- 목표모집단 : 엔지니어링서비스업 활동을 하는 모든 사업체
- 조사모집단 : 한국엔지니어링협회에 신고한 엔지니어링 사업자

##### ■ 조사 방법

- 한국엔지니어링협회에서 수집한 재무제표를 회계법인 등의 외부 기관에 위탁, 경영분석결과 산출 후 결과공표

##### ■ 조사 기준

- 기준 시점: 작성 대상년도 12월 말
- 조사 기간: 5월~8월(3개월)

##### ■ 공표 기준

- 공표 주기: 1년
- 공표 범위: 전국
- 공표 방법: 간행물, 보도자료, 인터넷 게재

## 2. 개선과제

### (1) 현 조사의 현황 및 문제점

#### ■ 응답율 저조

- 2013년 조사에서는 전체 조사대상 업체 3,635개 중 2,484개가 자료를 제출하였으며, 이 중 결산보고서 상의 내용이 부실하여 이용이 불가능한 업체 또는 첨부서류의 미비 등으로 인하여 자료의 이용이 불가능한 206개 업체를 제외하여 유효 조사업체 2,278개 자료를 이용하여 자료처리를 하였다.

[표 II-1] 2013년 조사 응답현황

(단위 : 개)

조사대상	조사업체수			무응답
		유효조사업체수	제외업체	
3,635	2,484	<u>2,278</u>	206	1,151
100.0%	68.3%	<u>62.7%</u>	5.7%	31.7%

#### ■ 무응답 등에 대한 미보정

- 전체 모집단 중 유효 응답 비율은 62.7%로, 응답하지 않거나 자료가 부실한 업체(이하 “무응답 등 업체” 라고 한다)에 대한 보정이 전혀 이루어지고 있지 않고 있다.
- 무응답 등 업체 1,357개는 전체 모집단 중 37.3%이며, 이들 업체의 매출액 비중은 19.1% 정도로 추정된다.(표 IV-2 참조)
- 무응답 발생 시 단위무응답인 경우 사후층화 가중치를 적용하고 항목무응답인 경우 대체방법들을 적용할 수 있으나 현재는 아무런 보정방법을 적용하지 않고 통계를 작성하고 있다. 특히, 대기업의 조사 참여 여부에 따라 전체 모집단의 모수와의 차이가 크게 나타날 수 있다.



## (2) 개선사항

### ■ 표본조사 전환

- 저조한 조사 응답률과 무응답에 대한 미보정을 보완하기 위해 효율적으로 표본조사를 실시하여 정확하게 모수를 추정하는 것이 본 통계의 신뢰도 향상에 더 효과적일 것으로 보인다.
- 효율적인 표본설계를 위한 층화변수 및 기준변수를 선정하고, 주요지표의 신뢰수준 및 목표오차를 고려하여 적정 표본크기를 산출한다.
- 그리고 정확한 추정이 가능하도록 가중치 산정 및 모수추정방안을 제시하여 엔지니어링서비스업 경영지표에 대한 객관적인 결과를 도출하도록 한다.

### ■ 모집단 정비

- 표본조사를 하기 위해선 모집단에 대한 정의와 정보가 가장 중요하다. 모집단의 잘못된 정보로 인해 잘못된 추정이 이루어질 수 있기 때문이다.
- 본 통계의 목표모집단은 국내에서 엔지니어링서비스업 활동을 하는 모든 업체로 정의하고 있지만, 실제로 조사모집단은 한국엔지니어링협회에 신고한 업체를 대상으로 하고 있다.
- 따라서 조사모집단에 대한 타당성을 검토하고 조사모집단에 대해 신규사업체, 중복사업체, 유고사업체를 파악하여 최종 모집단을 구축하여야 한다. 또한, 통계의 시계열 유지의 정확성을 위해 모집단 관리 방안도 필요할 것이다.

- 분류체계 검토

- 엔지니어링서비스업 경영분석의 주요 분석단위는 “엔지니어링산업 진흥법”으로 분류된 15개 기술부문별로 산출하고 있다.
- 기존의 15개 기술부문별 분류체계와 한국표준산업분류 상 엔지니어링 업종을 비교하여 분류체계의 타당성을 검토한다.

### 3. 유사조사 분석

본 조사는 한국은행의 「기업경영분석」과 성격이 가장 유사하다. 기본적으로 각 기업의 대차대조표와 손익계산서를 취합하여 각종 경영지표를 생산한다는 점이 공통적이다. 따라서 한국은행의 「기업경영분석」을 중심으로 개요를 살펴본다.

- 조사명칭 : 기업경영분석

- 조사목적

- 우리나라 기업의 경영실태를 계수적으로 파악하여 정부의 산업정책, 중앙은행의 통화신용정책과 금융기관의 여신관리 및 기업의 경영합리화 추진에 필요한 기초 통계자료를 제공하기 위함

- 조사개요

- 최초 작성연도 : 1961년
- 조사대상 : 전국 국세청 법인세 신고 기업
- 조사방법 : 국세청 법인세 신고기업의 재무제표 정보를 입수하여 집계하는 방식

- 조사주기 : 연간
- 조사기간 : 매년 7월 초부터 10월 초순
- 조사항목 : 기업의 경영규모, 수익성, 활동성, 재무구조, 생산성 등을 분석(재무상태표, 손익계산서, 제조원가명세서, 이익잉여금 처분계산서 등의 조사결과를 기초로 하여 성장성 관련지표, 손익관계비율, 자산부채자본의 회전율, 생산성에 관한 지표 등을 작성)

■ 본 연구에 반영사항

- 대차대조표, 손익계산서 등 행정자료를 취합하여 경영지표를 생산하기 때문에 조사항목, 조사방식 등이 유사함
- 한국은행의 기업경영분석은 통계청의 표준산업분류를 적용하여 통계를 생산하므로, 엔지니어링서비스업 경영분석에서도 기존의 기술부문 업종과 표준산업분류를 연계하여 통계를 생산하는 방안을 검토하여 보고서에 수록함

## 제3장 표준산업분류 연계 검토

### 1. 現 업종분류 검토

한국엔지니어링협회에 신고된 사업자는 2013년 기준 3,635개로 15개 기술부문으로 구분되어 있다.

[표 III-1] 15개 기술부문별 업체 수

(단위 : 개, %)

	조사대상	
	업체수	구성비
기계	150	4.1%
선박	15	0.4%
금속	4	0.1%
전기	146	4.0%
정보통신	588	16.2%
화학	24	0.7%
광업	2	0.1%
건설	2,158	59.4%
설비	44	1.2%
환경	115	3.2%
농림	243	6.7%
해양수산	42	1.2%
산업	13	0.4%
원자력	91	2.5%
항공우주	0	0.0%
<b>총합계</b>	<b>3,635</b>	<b>100.0%</b>

## 2. 표준산업분류 연계분석

### (1) 엔지니어링 관련 업종

표준산업분류 상 소분류 업종으로 건축기술, 엔지니어링 및 관련기술 서비스업(721)의 하위 분류체계는 다음과 같다. 이 중 세분류 업종인 엔지니어링 서비스업(7212)이 엔지니어링 산업과 관련성이 가장 높은 업종으로 2011년 기준 6,329개 사업체가 있는 것으로 나타났다.

[표 III-2] 건축기술, 엔지니어링 및 관련기술 서비스업(721) 하위 분류체계

(단위 : 개)

세분류	세세분류	KSIC9	사업체수
건축 및 조경 설계 서비스업(7211)	건축설계 및 관련 서비스업	72111	8,093
	도시계획 및 조경설계 서비스업	72112	559
	[소계]		8,652
엔지니어링 서비스업 (7212)	건물 및 토목엔지니어링 서비스업	72121	2,735
	환경컨설팅 및 관련 엔지니어링 서비스업	72122	503
	기타 엔지니어링 서비스업	72129	3,091
	[소계]		6,329

## (2) 모집단 분포 현황

2013년 기준 엔지니어링협회에서 관리 중인 모집단이 표준산업분류의 세분류 업종인 엔지니어링 서비스업(7212)에 포함되는 비중은 44.7%로 엔지니어링 서비스업 외 다른 세분류 업종에도 분포되어 있는 것으로 나타났다. 한국표준산업분류의 세분류 업종인 엔지니어링 서비스업(7212)과의 해당되는 사업체의 비율이 높게 나타나지만, 전체 모집단을 대표할 만한 비중을 가지지 못한다.

[표 III-3] 표준산업분류 상 모집단 분포 현황

(단위 : 개, %)

기술부문	업체수	엔지니어링 서비스업 관련정도	그 외 관련 업종(5-digit)
기계	150	39.4%	72111, 72919
선박	15	57.1%	31111
금속	4	25.0%	72919
전기	146	37.2%	42311
정보통신	588	38.9%	42321, 42322, 72111
화학	24	66.7%	41225
광업	2	0.0%	72921
건설	2,158	51.6%	72111, 72112
설비	44	35.3%	72111
환경	115	29.4%	72911, 37011
농림	243	17.0%	72112, 02040
해양수산	42	42.9%	70119, 70129
산업	13	45.5%	42204
원자력	91	8.5%	72919
<b>총합계</b>	<b>3,635</b>	<b>44.7%</b>	

### 3. 타당성 검토

#### ■ 법률적 근거

엔지니어링산업진흥법 제21조 제1호에 의해 엔지니어링활동을 하기 위해서는 신고증을 교부받은 사업자만 엔지니어링사업을 할 수 있다고 명시되어 있다. 이러한 점에서 2006년 12월 작성승인 신청 시 모집단의 정의를 “엔지니어링기술진흥법에 의해 한국엔지니어링진흥협회에 가입한 엔지니어링업체” 로 하여 이미 승인된 상태이다.

- 제21조(엔지니어링사업자의 신고 등)** ① 엔지니어링활동을 영업을 수단으로 하려는 자는 기술인력 등 대통령령으로 정하는 요건을 갖추고 지식경제부장관에게 신고하여야 한다. 이 경우 지식경제부장관은 신고한 자에게 지식경제부령으로 정하는 바에 따라 신고증을 교부하여야 한다.
- ② 엔지니어링사업자는 대통령령으로 정하는 중요 사항을 변경하거나 휴업 또는 폐업하려는 때에는 지식경제부령으로 정하는 바에 따라 그 사유가 발생한 날부터 30일 이내에 지식경제부장관에게 그 사실을 신고하여야 한다.
- ③ 지식경제부장관은 제1항 및 제2항에 따른 신고를 받은 경우 그 신고 사항에 대하여 보완이 필요하다고 인정할 때에는 3개월 이내에서 기간을 정하여 이를 보완하게 할 수 있다.
- ④ 제1항에 따라 엔지니어링사업자의 신고를 한 자는 타인에게 자기의 상호 또는 성명을 사용하여 엔지니어링사업을 하게 하거나 신고증을 빌려주어서는 아니 된다.
- ⑤ 누구든지 제4항에서 금지된 행위를 알선하거나 타인의 신고증을 사용하여서는 아니 된다.
- ⑥ 엔지니어링사업자의 신고 절차 등에 관하여 필요한 사항은 지식경제부령으로 정한다.

## ■ 업종 분류(15개 기술부문)

한국엔지니어링협회는 지식경제부장관(현 산업통상자원부장관)으로부터 위탁받은 업무를 처리하는 사단법인이므로 엔지니어링산업진흥법 및 위탁업무 처리지침 등을 따르고 있다. 따라서 표준산업분류를 이용하지 않고 엔지니어링산업 진흥법 시행령 별표1에 분류된 15개의 기술부문을 기준으로 통계를 내고 있다.

또한 엔지니어링서비스업 경영분석 이용자들은 엔지니어링 업체가 대부분이며, 이 업체들은 사업자 및 기술자들 역시 신규신고 및 변경신고를 하고 엔지니어링산업진흥법 시행령 별표2를 기준으로 기술등급을 받고 있기 때문에 그 분류대로 통계를 작성해야 더 유익한 정보를 얻을 수 있다.

또 다른 이용자는 엔지니어링사업 용역 발주자로, 본 이용자들은 안전행정부 예규 제20호 「지방자치단체 입찰시 낙찰자결정기준」에 의한 용역 적격심사 시 엔지니어링서비스업 경영분석지표를 활용한다.

15개 기술부문으로 세부화하여 작성하는 것은 2008년 정기품질진단 개선과제로 “세부산업별 또는 중분류 특성반영”, 세부개선과제내용으로 “엔지니어링서비스 세부산업별(15개 세부산업 또는 중분류) 특성을 반영하는 세부 항목추가 “가 있어, 이를 개선하고자 ‘13.6월에 변경신청을 통해 변경 승인된 것이다.

이와 같은 이유로 이용자들에게 사용 가능한 정보는 표준산업분류보다는 엔지니어링산업 진흥법 시행령 별표1에 의한 분류된 기준이라고 사료된다.



## 4. 결론

### ■ 분류체계 작성방법 비교

표준산업분류 기준에 따른 분류와 15개 기술부문으로 나눈 분류체계의 장·단점을 비교하였다. 현 분류체계를 유지 시 표본추출틀의 유지 및 관리가 용이하고 통계의 활용성이 높다는 장점이 있다.

[표 III-4] 분류체계 작성방법 비교

	표준산업분류 기준	현 분류체계 기준
장점	- 타 통계와 비교성이 높음	- 통계의 활용성 높음 - 시계열 유지 - 표본추출틀 유지/관리 용이
단점	- 시계열 단절 - 엔지니어링산업진흥법과의 불일치	- 타 통계와의 비교성이 떨어짐

### ■ 분류체계 작성방안

분류체계 작성방법을 검토한 결과, 현 분류체계를 유지하는 것이 통계의 활용성 측면에서 더 바람직할 것으로 판단된다. 단, 15개 기술부문 중 이용자들의 혼돈이 예상되는 업종에 대해서는 부가설명이 필요할 것으로 보인다.

참고로 표준산업분류를 기준으로 표본설계를 실시하여 검토한 결과를 부록에 수록하였다.

※부록1. 표준산업분류 기준 표본설계 내역

## 제4장 모집단 정비

### 1. 現 모집단 현황

2013년 조사에서는 3,635개 업체 중 조사자료 제출이 없거나 결산 보고서 내용이 부실한 업체를 제외하고 2,278개(62.7%)를 대상으로 통계분석을 실시하고 있다. 아래의 표는 15개 기술부문별 2013년 조사응답률이다.

[표 IV-1] 2013 기술부문별 응답률

(단위 : 개, %)

	조사대상		유효응답사업체	
	업체수(A)	구성비	업체수(B)	응답률(B/A)
기계	150	4.1%	104	69.3%
선박	15	0.4%	10	66.7%
금속	4	0.1%	4	100.0%
전기	146	4.0%	98	67.1%
정보통신	588	16.2%	379	64.5%
화학	24	0.7%	18	75.0%
광업	2	0.1%	2	100.0%
건설	2,158	59.4%	1354	62.7%
설비	44	1.2%	21	47.7%
환경	115	3.2%	73	63.5%
농림	243	6.7%	125	51.4%
해양수산	42	1.2%	28	66.7%
산업	13	0.4%	9	69.2%
원자력	91	2.5%	53	58.2%
항공우주	0	0.0%	0	0.0%
<b>총합계</b>	<b>3,635</b>	<b>100.0%</b>	<b>2,278</b>	<b>62.7%</b>

2013년 조사모집단 중 유효 응답 업체를 제외하고 응답하지 않거나 자료가 부실한 업체(무응답 등 업체)는 전체 모집단 중 37.3%인 1,357개로 나타난다. 이들 업체에 대해 통계청의 「전국사업체조사」 자료를 이용하여 매출 비중을 추정한 결과 전체 매출 중 약 19.1%를 차지할 것으로 나타났다. 따라서 현재 공표하고 있는 통계결과는 조사된 업체의 총계를 사용하였으므로 전체 모집단보다 과소 추정되고 있는 것으로 보인다.

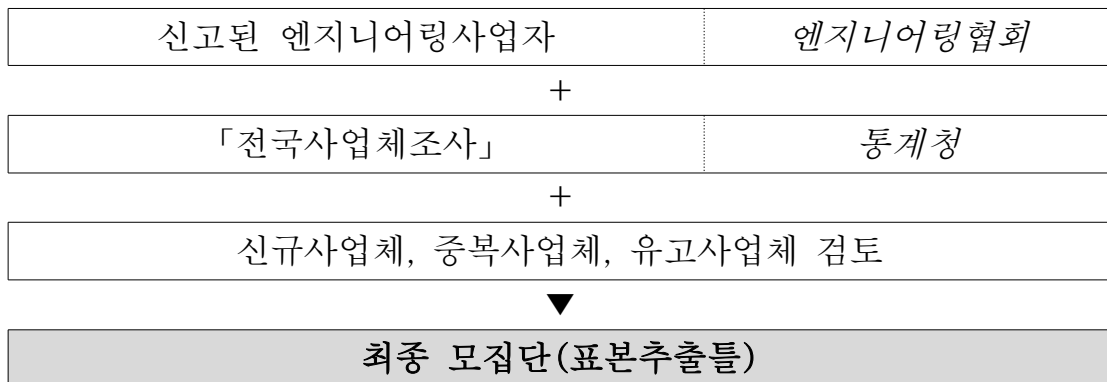
[표 IV-2] 무응답 업체 매출 비중

(단위 : 개, %)

	업체수			매출 비중(추정량)		
	전체	유효응답업체	무응답등업체	전체	유효응답업체	무응답등업체
기계	150	104	46	100.0%	86.3%	13.7%
선박	15	10	5	100.0%	34.4%	65.6%
금속	4	4	0	100.0%	100.0%	0.0%
전기	146	98	48	100.0%	44.8%	55.2%
정보통신	588	379	209	100.0%	74.6%	25.4%
화학	24	18	6	100.0%	99.6%	0.4%
광업	2	2	0	100.0%	100.0%	0.0%
건설	2,158	1,354	804	100.0%	85.5%	14.5%
설비	44	21	23	100.0%	97.6%	2.4%
환경	115	73	42	100.0%	32.4%	67.6%
농림	243	125	118	100.0%	29.7%	70.3%
해양수산	42	28	14	100.0%	84.4%	15.6%
산업	13	9	4	100.0%	92.3%	7.7%
원자력	91	53	38	100.0%	75.9%	24.1%
항공우주	0	0	0	-	-	-
<b>총합계</b>	<b>3,635</b>	<b>2,278</b>	<b>1,357</b>	<b>100.0%</b>	<b>80.9%</b>	<b>19.1%</b>

## 2. 모집단 정비 절차

정확한 표본조사를 위해서는 조사모집단이 정비되어야 한다. 따라서 한국엔지니어링협회에 신고된 사업자 명부를 통계청의 전국사업체조사 자료로 보완하여 조사모집단을 작성하였다.



[그림 IV-1] 모집단 정비 절차

## 3. 모집단 정비과정

### (1) 정비과정

모집단 정비를 위해 모집단을 아래와 같이 작성하였다.

- ① 중복사업체 제거 : 신고된 엔지니어링사업자 명부를 대상으로 사업자등록번호를 비교하여 중복된 사업체에 대해 통합
- ② 통계청 자료와 연계 : 신고된 엔지니어링사업자 명부의 사업자등록번호와 통계청의 전국사업체조사 자료의 사업자등록번호를 연계하여 유고사업체를 파악함

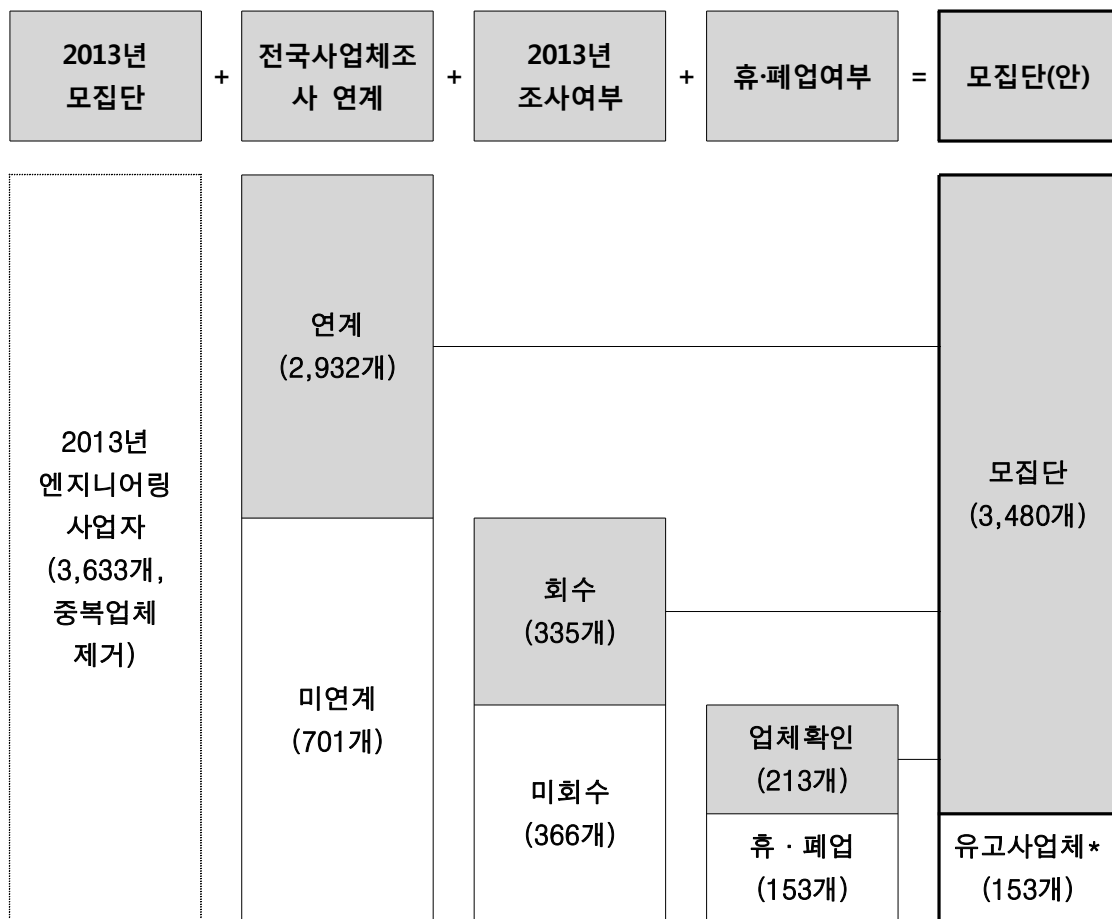
[표 IV-3] 모집단 분포 현황

분류 과정	사업체수	비고
신고된 엔지니어링사업자	3,635개	- 최초 업체 명부
① 중복사업체 제거	3,633개	- 2개 업체 중복 제거
② 통계청 자료와 연계	2,932개	- 701개 사업체 미연계

## (2) 모집단 정비결과

신고된 엔지니어링사업자 3,635개 업체 중 중복사업체를 제거 후 통계청의 「2011년 기준 전국사업체조사」 자료와 연계, 2013년 조사 여부, 휴·폐업 여부를 고려하여 모집단으로 3,480개를 결정하였다.

휴·폐업으로 판단되는 153개 업체에 대해 최종 검토 후에 유고 사업체로 결정하였다.



[그림 IV-2] 모집단 정비 결과

## 제5장 표본설계

### 1. 조사모집단

표본조사로 전환을 검토하기 위해 모집단 정비 과정을 거쳐 조사모집단을 구축하였다. 한국엔지니어링협회의 검토 결과 휴·폐업으로 판단되는 153개 업체를 제외하기로 결정하였다. 따라서 최종 추출틀로 작성된 업체 수는 총 3,480개로 기술부문별로 분포를 살펴보면 다음과 같다.

[표 V-1] 조사모집단

(단위 : 개, 억원, %)

기술부문	모집단수		매출액(억원)	
		구성비		구성비
기계	145	4.2%	812,116	28.2%
선박	15	0.4%	71,339	2.5%
금속	4	0.1%	120	0.0%
전기	144	4.1%	58,607	2.0%
정보통신	576	16.6%	624,419	21.7%
화학	23	0.7%	104,820	3.6%
광업	2	0.1%	34	0.0%
건설	2,066	59.4%	1,117,758	38.8%
설비	40	1.1%	14,310	0.5%
환경	114	3.3%	47,270	1.6%
농림	207	5.9%	1,652	0.1%
해양수산	41	1.2%	1,093	0.0%
산업	13	0.4%	3,133	0.1%
원자력	90	2.6%	22,922	0.8%
<b>총합계</b>	<b>3,480</b>	<b>100.0%</b>	<b>2,879,593</b>	<b>100.0%</b>

## 2. 모집단 분석

모집단 3,480개 업체에 대한 기술부문별 분포는 다음과 같다. 기술부문별 매출액 분포를 살펴보면 전반적으로 대기업의 영향을 많이 받는 것으로 나타났다. 예를 들어 ‘기계’의 경우 중앙값이 60억원인데 매출액의 평균은 5,600억원으로 대기업의 영향이 큰 것으로 나타난다.

[표 V-2] 2013 기술부문별 분포

(단위 : 개, 억원)

기술부문	모집단수	매출액(억원)				
		평균	중앙값	표준편차	변동계수	왜도
기계	145	5,600.8	60.2	25,960.1	463.5	7.4
선박	15	4,755.9	61.5	12,607.3	265.1	3.1
금속	4	30.1	22.6	24.2	80.5	1.2
전기	144	407.0	48.0	1,709.4	420.0	6.6
정보통신	576	1,084.1	17.9	9,959.5	918.7	14.9
화학	23	4,557.4	176.7	18,399.0	403.7	4.7
광업	2	17.0	17.0	3.2	19.0	0.0
건설	2,066	541.0	11.0	6,165.2	1,139.6	18.3
설비	40	357.7	15.9	1,852.0	517.7	6.2
환경	114	414.7	35.9	1,697.5	409.4	6.8
농림	207	8.0	2.0	38.4	481.5	12.2
해양수산	41	26.7	10.2	45.1	169.3	3.1
산업	13	241.0	21.0	683.6	283.7	3.6
원자력	90	254.7	63.5	911.0	357.7	7.1
<b>총합계</b>	<b>3,480</b>	<b>827.5</b>	<b>13.7</b>	<b>8,434.9</b>	<b>1,019.4</b>	<b>18.1</b>

매출액 규모별 분포를 살펴보면 300억원 초과 업체수는 284개로 8.2%에 불과한데 매출액 비중은 전체 매출액의 96.5%를 차지하는 것으로 나타났다.

[표 V-3] 매출액 규모별 업체수

(단위 : 개, %)

기술부문	모집단수	매출액 규모별 업체수			비중(%)		
		10억원 이하	10억~300억원	300억원 초과	10억원 이하	10억~300억원	300억원 초과
기계	145	22	84	39	15.2	57.9	26.9
선박	15	3	8	4	20.0	53.3	26.7
금속	4	0	4	0	0.0	100.0	0.0
전기	144	12	110	22	8.3	76.4	15.3
정보통신	576	204	308	64	35.4	53.5	11.1
화학	23	1	14	8	4.3	60.9	34.8
광업	2	0	2	0	0.0	100.0	0.0
건설	2,066	972	977	117	47.0	47.3	5.7
설비	40	16	21	3	40.0	52.5	7.5
환경	114	20	76	18	17.5	66.7	15.8
농림	207	188	18	1	90.8	8.7	0.5
해양수산	41	19	22	0	46.3	53.7	0.0
산업	13	4	8	1	30.8	61.5	7.7
원자력	90	10	73	7	11.1	81.1	7.8
<b>총합계</b>	<b>3,480</b>	<b>1,471</b>	<b>1,725</b>	<b>284</b>	<b>42.2</b>	<b>49.6</b>	<b>8.2</b>

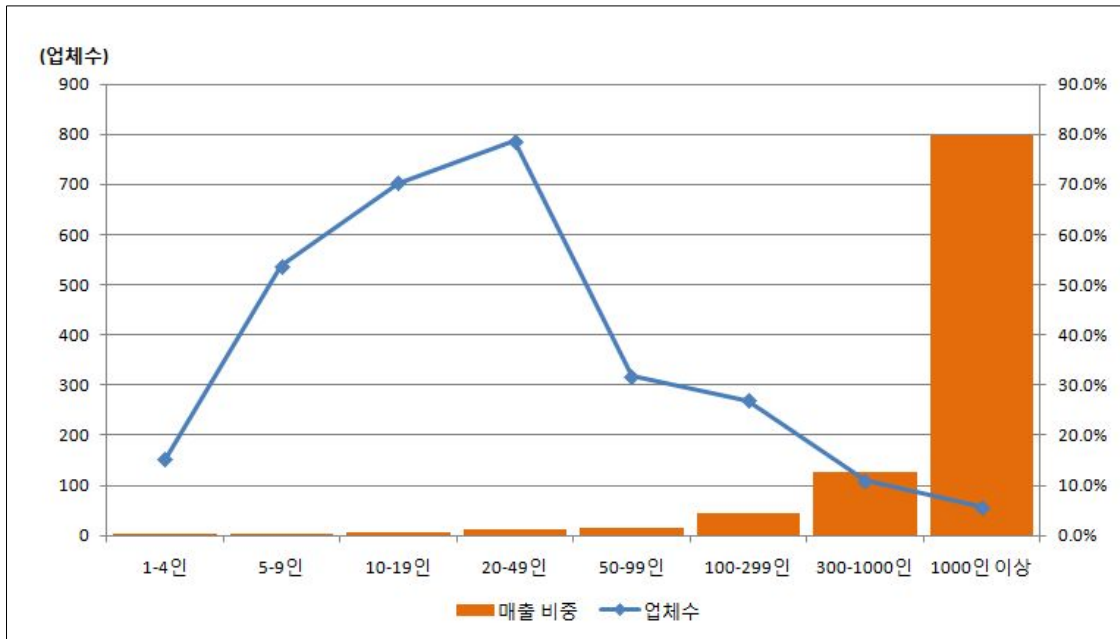
[표 V-4] 매출액 규모별 매출액 분포

(단위 : 억원, %)

기술부문	매출액	매출액 규모별 매출액			비중(%)		
		10억원 이하	10억~300억원	300억원 초과	10억원 이하	10억~300억원	300억원 초과
기계	812,116	113	6,286	805,717	0.0	0.8	99.2
선박	71,339	12	576	70,750	0.0	0.8	99.2
금속	120	0	120	0	0.0	100.0	0.0
전기	58,607	56	7,617	50,933	0.1	13.0	86.9
정보통신	624,419	1,117	18,272	605,029	0.2	2.9	96.9
화학	104,820	0	1,435	103,386	0.0	1.4	98.6
광업	34	0	34	0	0.0	100.0	0.0
건설	1,117,758	4,814	43,840	1,069,104	0.4	3.9	95.6
설비	14,310	88	861	13,360	0.6	6.0	93.4
환경	47,270	139	4,923	42,208	0.3	10.4	89.3
농림	1,652	426	699	527	25.8	42.3	31.9
해양수산	1,093	88	1,004	0	8.1	91.9	0.0
산업	3,133	24	603	2,506	0.8	19.2	80.0
원자력	22,922	62	6,320	16,540	0.3	27.6	72.2
<b>총합계</b>	<b>2,879,593</b>	<b>6,941</b>	<b>92,591</b>	<b>2,780,061</b>	<b>0.3</b>	<b>3.2</b>	<b>96.5</b>

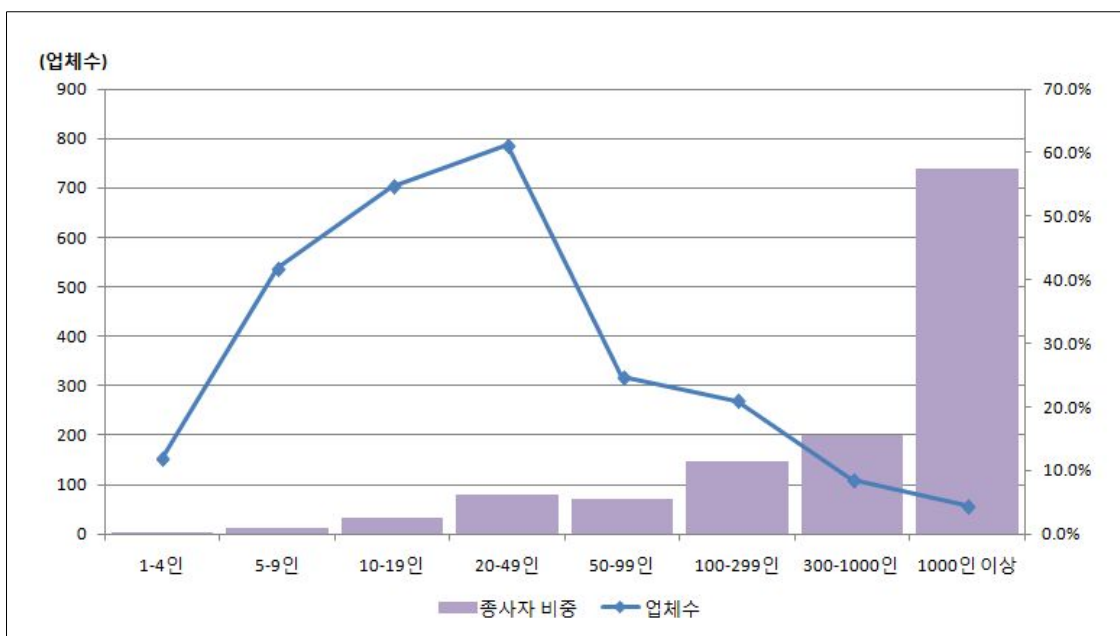


1,000인 이상 업체의 매출액 비중이 전체 매출의 79.7%를 차지하는 것으로 나타났다.



[그림 V-1] 종사자규모별 매출액 비중

1,000인 이상 업체의 종사자수 비중이 전체 종사자의 57.5%를 차지하는 것으로 나타났다.



[그림 V-2] 종사자규모별 종사자수 비중

### 3. 응용절사법

#### (1) 표본배분

전수층과 표본층 구분은 응용절사법 (Modified Cut-off Method) 활용하여 구분하였다.

[표 V-5] 절사점 결정 절차

Step 1	업체를 생산액 크기순으로 나열한 후, 전수층과 표본층으로 구분
Step 2	주어진 허용오차와 신뢰수준 하에서 표본층의 표본규모를 아래의 추출 공식을 이용하여 계산
Step 3	전수층 표본규모를 하나씩 점차적으로 늘려가면서 반복적으로 표본층의 표본규모를 계산
Step 4	총 표본규모가 최소가 되는 점을 절사점으로 결정

#### - 표본추출공식

$$n_c = N_c = m - 1, \quad n_s = \frac{\frac{(r \times Q \times CV)^2}{E^2}}{1 + \frac{(r \times Q \times CV)^2}{N_s \times E^2}}$$

$N$ : 모집단수,  $n_c$ : 표본규모,  $n_c$ : 전수층,  $n_s$ : 표본층

$m$ : 추출단위의 순위,  $Q$ : 표본층 비율,  $CV$ : 표본층의 변이계수

$E$ : 허용오차,  $r$ : 신뢰계수

## (2) 목표오차별 표본규모

기술부문별 업체수가 30개 미만인 부문에 대해선 전수조사를 하고 나머지 업종에 대해선 상대허용오차에 따라 표본규모를 결정하였다. 이 중 허용오차 3%일 때의 표본규모는 525개 업체로 전수층이 388개, 표본층이 137개로 구성되었다.

[표 V-6] 목표오차별 표본규모

(단위 : 개)

	표본규모		
	전수층	표본층	합계
2%	466	161	627
<b>3%</b>	<b>388</b>	<b>137</b>	<b>525</b>
4%	335	122	457
5%	300	111	411
6%	270	105	375
7%	250	97	347
8%	239	85	324
9%	230	77	307

[표 V-7] 기술부문별 표본수(허용오차 3%)

(단위 : 개, %)

	모집단	표본규모			절사	
		전수층	표본층	합계	전수층비중	절사점
기계	145	25	5	30	98.1	1,333.3
선박	15	15	0	15	100.0	-
금속	4	4	0	4	100.0	-
전기	144	40	10	50	93.2	147.9
정보통신	576	46	20	66	95.8	487.5
화학	23	7	1	8	98.3	763.1
광업	2	2	0	2	100.0	-
건설	2,066	89	43	132	94.8	420.8
설비	40	6	4	10	96.1	77.7
환경	114	33	8	41	94.9	128.1
농림	207	51	28	79	85.0	3.9
해양수산	41	23	5	28	92.8	9.7
산업	13	13	0	13	100.0	-
원자력	90	34	13	47	90.6	92.7
<b>총합계</b>	<b>3,480</b>	<b>388</b>	<b>137</b>	<b>525</b>		

## 4. 복합표본설계

### (1) 개요

응용절사법으로 전수층과 표본층으로 구분하여 본 조사를 실시하면 15개 기술부문별 모수 추정은 충분히 가능하다.

하지만 본 통계의 분석단위가 대부분 기술부문이 주된 분석단위지만 매출규모와 종사자규모로 나누어 통계를 산출하고 있다. 따라서 업종뿐만 아니라 매출액 규모와 종사자 규모를 고려한 표본설계 방법이 필요할 것으로 보인다.

본 연구에서 제시하는 복합표본설계 방법은 응용절사법을 이용하여 전수층을 구분하고 나머지 표본층에 대해서는 매출액 규모를 고려한 표본설계방법을 적용하였다.

복합표본설계를 진행하는 과정에 대해 다음과 같이 요약하였다.

[표 V-8] 복합표본설계 진행과정

1. 기술부문 구분	- 업체수가 30개 미만인 기술부문은 전수조사
2. 절사	- 응용절사법 결과를 이용하여 기술부문별로 전수층과 표본층으로 구분
3. 층화	- 구분된 표본층에 대하여 매출액 규모에 따라 층화
4. 표본규모	- 층화된 각 층을 부차모집단으로 설정 후 표본규모 산출

## (2) 기술부문 구분

15개 기술부문에 따라 1차 층화하여 30개 미만인 기술부문에 대해서는 전수조사를 실시하고, 30개 이상인 기술부문에 대해서는 절사점을 이용하여 전수층과 표본층으로 구분한 표본조사를 실시한다.

[표 V-9] 층화기준

구분기준	기술부문	층화방법
30개 미만	선박, 금속, 화학, 광업, 산업	전수조사
30개 이상	기계, 전기, 정보통신, 건설, 설비, 환경, 농림, 해양수산, 원자력	전수조사 + 표본조사

## (3) 절사점(Cut-point)

응용절사법으로 산출된 절사점을 이용하여 기술부문별로 절사점을 조정하여 전수층 업체를 추출하였다.

[표 V-10] 기술부문별 절사점 결정 (단위 : 억원, 개, %)

	모집단	응용절사법			절사점 결정		
		절사점 (매출액)	전수층 업체수	전수층 매출비중	절사점 (매출액)	전수층 업체수	전수층 매출비중
기계	145	1,333	25	98.1	300	39	99.2
선박	15	-	15	100.0	-	15	100.0
금속	4	-	4	100.0	-	4	100.0
전기	144	148	40	93.2	100	44	94.0
정보통신	576	488	46	95.8	300	65	96.9
화학	23	-	23	100.0	-	23	100.0
광업	2	-	2	100.0	-	2	100.0
건설	2,066	421	89	94.8	300	119	95.7
설비	40	78	6	96.1	100	5	95.6
환경	114	128	33	94.9	100	35	95.3
농림	207	4	51	85.0	10	19	74.2
해양수산	41	10	23	92.8	10	22	91.9
산업	13	-	13	100.0	-	13	100.0
원자력	90	93	34	90.6	100	31	89.2
<b>총합계</b>	<b>3,480</b>	<b>-</b>	<b>404</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>436</b>	<b>96.9</b>

※ 표본층 업체 중 종사자규모가 300인 이상인 4개 업체는 전수층으로 포함

#### (4) 층화

전수층을 제외한 표본층에 대하여 매출액 규모에 따라 10억원 이하, 10억 초과~100억원 이하, 100억원 초과~300억원 이하, 300억원 초과로 층화하여 각 층을 부차모집단을 선정하였다.

[표 V-11] 층화

(단위 : 억원, 개, %)

	모집단	매출액 규모				절사점 (억원)	비고
		10억원 이하	10억~ 100억원	100억~ 300억원	300억원 초과		
기계	145	표본층			전수층	300	
선박	15	전수층				-	전수조사
금속	4	전수층				-	전수조사
전기	144	표본층		전수층		100	
정보통신	576	표본층			전수층	300	
화학	23	전수층				-	전수조사
광업	2	전수층				-	전수조사
건설	2,066	표본층			전수층	300	
설비	40	표본층		전수층		100	
환경	114	표본층		전수층		100	
농림	207	표본층	전수층			10	
해양수산	41	표본층	전수층			10	
산업	13	전수층				-	전수조사
원자력	90	표본층	전수층			100	
<b>총합계</b>	<b>3,480</b>						

## (5) 표본규모

### ■ 표본층 모집단 분석

표본층에 해당되는 층을 부차모집단으로 선정하고 각 층에 대해 다음의 표본규모 산출공식을 적용하여 표본규모를 결정하였다.

[표 V-12] 표본층 모집단수

(단위 : 개)

	모집단	표본층 업체수				전수층 업체수	비고
		10억원 이하	10억~ 100억원	100억~ 300억원	합계		
기계	145	22	61	23	106	39	
선박	15	0	0	0	0	15	전수조사
금속	4	0	0	0	0	4	전수조사
전기	144	12	88	0	100	44	
정보통신	576	204	246	61	511	65	
화학	23	0	0	0	0	23	전수조사
광업	2	0	0	0	0	2	전수조사
건설	2,066	972	869	106	1,947	119	
설비	40	16	19	0	35	5	
환경	114	20	59	0	79	35	
농림	207	188	0	0	188	19	
해양수산	41	19	0	0	19	22	
산업	13	0	0	0	0	13	전수조사
원자력	90	10	49	0	59	31	
<b>총합계</b>	<b>3,480</b>	<b>1,463</b>	<b>1,391</b>	<b>190</b>	<b>3,044</b>	<b>436</b>	

■ 표본층 표본규모 산출

표본층은 기술부문별, 매출 규모별 각 층을 독립적인 모집단으로 보고 각 층에 동일한 허용오차를 적용하여 표본크기를 결정하였다. 각 층별 최소 표본수가 3개 이상이 되도록 표본규모 산출하였고, 층별 모집단 크기가 3개 이하인 경우는 모두 표본사업체로 배분하였다. 표본규모 산출 공식과 각 기술부문별 목표오차는 다음과 같다.

$$n_{ij} = \frac{(N_{ij} \cdot S_{ij})^2}{D^2 + (N_{ij} \cdot S_{ij}^2)} \quad \text{단, } D = \frac{\widehat{X} \cdot E}{Z}$$

[표 V-13] 기술부문별 표본층 목표오차

(단위 : 개, %)

	표본층 모집단수	목표오차	표본크기
기계	106	8.0%	54
전기	100	8.0%	45
정보통신	511	5.0%	176
건설	1,947	5.0%	249
설비	35	8.0%	25
환경	79	8.0%	41
농림	188	4.0%	130
해양수산	19	8.0%	14
원자력	59	8.0%	30
<b>합계</b>	<b>3,044</b>	-	<b>764</b>



■ 표본층 최종 표본규모

- 표본층(764개) + 전수층(436개) = 1,200개 표본

[표 V-14] 최종 표본규모

(단위 : 개)

	모집단	매출액 규모				합계	비고
		10억원 이하	10억~ 100억원	100억~ 300억원	300억원 초과		
기계	145	14	31	9	39	93	
선박	15	3	6	2	4	15	전수조사
금속	4	0	4	0	0	4	전수조사
전기	144	10	35	22	22	89	
정보통신	576	53	100	24	64	241	
화학	23	1	8	6	8	23	전수조사
광업	2	0	2	0	0	2	전수조사
건설	2,066	91	131	29	117	368	
설비	40	11	14	2	3	30	
환경	114	10	31	17	18	76	
농림	207	130	18	0	1	149	
해양수산	41	14	19	3	0	36	
산업	13	4	6	2	1	13	전수조사
원자력	90	7	24	23	7	61	
<b>총합계</b>	<b>3,480</b>	<b>348</b>	<b>429</b>	<b>139</b>	<b>284</b>	<b>1,200</b>	

## **5. 표본추출**

### **(1) 계통추출**

전수층과 표본층으로 구분하여 전수층에 해당되는 업체를 1차적으로 추출하였다. 그리고 전수층을 제외한 업체를 대상으로 매출액 규모별로 층화하여 층내의 업체를 매출액으로 정렬하고 배분된 표본수에 따라 계통추출법으로 표본사업체 선정하였다. 표본업체는 매출액, 자산, 자본금, 부채 등 주요 지표들과의 오차가 적은 업체를 최종적으로 추출하였다.

※부록 : 표본사업체 명부(가중치 포함)

## (2) 추출결과 비교

### ■ 매출액 규모별 비교

- 추출된 1,200개 업체를 대상으로 매출액에 대한 모수를 추정하여 2013년 조사결과와 비교하였다.

[표 V-15] 매출액 규모별 매출액 추정량

(단위 : 개, 억원, %)

	모집단수	표본수	추정량				오차 <sup>1)</sup>				비고
			10억원 이하	10억~300억원	300억원 초과	합계	10억원 이하	10억~300억원	300억원 초과	합계	
기계	145	93	109	6,454	805,717	812,280	-3.8%	2.7%	0.0%	0.0%	
선박	15	15	12	576	70,750	71,339	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	전수조사
금속	4	4	0	120	0	120	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	전수조사
전기	144	89	61	7,566	50,933	58,561	8.3%	-0.7%	0.0%	-0.1%	
정보통신	576	241	1,115	18,118	605,029	624,263	-0.2%	-0.8%	0.0%	0.0%	
화학	23	23	0	1,435	103,386	104,820	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	전수조사
광업	2	2	0	34	0	34	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	전수조사
건설	2,066	368	4,845	44,111	1,069,104	1,118,060	0.7%	0.6%	0.0%	0.0%	
설비	40	30	83	867	13,360	14,311	-5.6%	0.7%	0.0%	0.0%	
환경	114	76	145	4,874	42,208	47,227	4.0%	-1.0%	0.0%	-0.1%	
농림	207	149	424	699	527	1,650	-0.5%	0.0%	0.0%	-0.1%	
해양수산	41	36	88	1,004	0	1,093	-0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	
산업	13	13	24	603	2,506	3,133	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	전수조사
원자력	90	61	59	6,331	16,540	22,930	-5.2%	0.2%	0.0%	0.0%	
<b>총합계</b>	<b>3,480</b>	<b>1,200</b>	<b>6,966</b>	<b>92,793</b>	<b>2,780,061</b>	<b>2,879,820</b>	<b>0.4%</b>	<b>0.2%</b>	<b>0.0%</b>	<b>0.0%</b>	

1) 오차 : (2013년 조사결과-추정량)/2013년 조사결과

## ■ 종사자 규모별 비교

- 추출된 1,200개 업체를 대상으로 매출액에 대한 모수를 추정하여 2013년 조사결과와 비교하였다.

[표 V-16] 종사자 규모별 매출액 추정량

(단위 : 개, 억원, %)

	모집단수	표본수	추정량				오차 <sup>1)</sup>				비고
			50인 이하	50-300인	300인 초과	합계	50인 이하	50-300인	300인 초과	합계	
기계	145	93	112,221	9,274	690,785	812,280	0.1%	1.1%	0.0%	0.0%	
선박	15	15	46,884	130	24,325	71,339	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	전수조사
금속	4	4	87	0	33	120	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	전수조사
전기	144	89	34,676	6,998	16,887	58,561	0.4%	-2.6%	0.0%	-0.1%	
정보통신	576	241	165,146	15,944	443,173	624,263	0.6%	-6.3%	0.0%	0.0%	
화학	23	23	573	4,481	99,766	104,820	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	전수조사
광업	2	2	34	0	0	34	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	전수조사
건설	2,066	368	181,707	28,190	908,163	1,118,060	-0.2%	2.5%	0.0%	0.0%	
설비	40	30	845	1,741	11,725	14,311	-3.1%	1.6%	0.0%	0.0%	
환경	114	76	33,813	6,835	6,579	47,227	0.0%	-0.7%	0.0%	-0.1%	
농림	207	149	1,604	46	0	1,650	-0.1%	0.0%	0.0%	-0.1%	
해양수산	41	36	668	424	0	1,093	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	
산업	13	13	367	91	2,675	3,133	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	전수조사
원자력	90	61	6,132	3,085	13,713	22,930	0.8%	-1.2%	0.0%	0.0%	
<b>총합계</b>	<b>3,480</b>	<b>1,200</b>	<b>584,758</b>	<b>77,239</b>	<b>2,217,823</b>	<b>2,879,820</b>	<b>0.1%</b>	<b>-0.7%</b>	<b>0.0%</b>	<b>0.0%</b>	

1) 오차 : (2013년 조사결과-추정량)/2013년 조사결과

## ■ 주요 지표 비교

- 추출된 1,200개 업체를 대상으로 주요지표(매출액외)에 대한 모수를 추정하여 2013년 조사결과와 비교하였다.

[표 V-17] 주요 지표별(매출액 외)추정량

(단위 : 개, 억원, %)

	모집단수	표본수	추정량				오차 <sup>1)</sup>				비고
			자산 (억원)	자본금 (억원)	부채 (억원)	종사자수 (명)	자산 (억원)	자본금 (억원)	부채 (억원)	종사자수 (명)	
기계	145	93	879,277	387,265	492,012	83,132	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	
선박	15	15	64,129	21,276	42,853	3,863	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	전수조사
금속	4	4	118	92	26	479	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	전수조사
전기	144	89	22,067	13,871	8,196	19,280	-0.8%	0.2%	-2.6%	0.6%	
정보통신	576	241	569,150	276,224	292,927	98,669	-0.2%	-0.2%	-0.1%	-0.2%	
화학	23	23	57,433	21,568	35,865	11,800	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	전수조사
광업	2	2	30	24	7	36	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	전수조사
건설	2,066	368	1,226,831	519,987	706,844	127,005	-0.1%	-0.1%	-0.1%	-0.3%	
설비	40	30	14,894	5,724	9,170	1,019	0.3%	0.7%	0.0%	-0.5%	
환경	114	76	12,439	3,686	8,752	7,240	-2.0%	-1.1%	-2.4%	0.5%	
농림	207	149	531	259	272	905	1.1%	1.4%	0.8%	1.6%	
해양수산	41	36	532	351	181	652	-1.4%	-1.6%	-1.0%	-0.7%	
산업	13	13	2,187	721	1,466	3,546	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	전수조사
원자력	90	61	18,797	10,575	8,222	13,223	0.8%	0.6%	1.2%	2.4%	
<b>총합계</b>	<b>3,480</b>	<b>1,200</b>	<b>2,868,415</b>	<b>1,261,623</b>	<b>1,606,792</b>	<b>370,849</b>	<b>-0.1%</b>	<b>-0.1%</b>	<b>-0.1%</b>	<b>0.1%</b>	

1) 오차 : (2013년 조사결과-추정량)/2013년 조사결과

## 6. 추정

### (1) 가중치

- 가중값(1) : 각 층의 업체 수로 산출된 가중값

$$W_{hcj}^{(1)} = 1, \quad W_{hsi}^{(1)} = \frac{N_{hs}}{n_{hs}}$$

- 여기서,  $W_{hcj}$  :  $h$ 층의 전수조사층의  $j$ 번째 업체의 가중값  
 $W_{hsi}$  :  $h$ 층의 표본조사층의  $i$ 번째 업체의 가중값

- 가중값(2) : 추출확률에 항목무응답을 보정한 가중값

$$W_{hcj}^{(2)} = \frac{N_{hc}}{R_{hc}}, \quad W_{hsi}^{(2)} = \frac{N_{hs}}{R_{hs}}$$

- 여기서,  $N_{hc}$  :  $h$ 층의 전수조사층의 모집단 크기  
 $N_{hs}$  :  $h$ 층의 표본조사층의 모집단 크기  
 $R_{hc}$  :  $h$ 층의 전수조사층에서 조사된 업체 표본크기  
 $R_{hs}$  :  $h$ 층의 표본조사층에서 조사된 업체 표본크기

## (2) 추정식

- 기술부문별 총계 추정량

$$\hat{\tau}_h = \sum_{j=1}^{N_{hc}} W_{hcj} y_{hcj} + \sum_{i=1}^{n_{hs}} W_{hsi} y_{hsi}$$

- 여기서,  $\hat{\tau}_h$  :  $h$ 층( $h$ 번째 중분류업종)의 총계 추정량

$y_{hcj}$  :  $h$ 층의 전수층의  $j$ 번째 관찰값

$y_{hsi}$  :  $h$ 층의 표본층의  $i$ 번째 관찰값

- 기술부문별 총계 추정량에 대한 분산추정량은 표본층에서만 구한다.  
전수층에서는 표본오차가 없기 때문이다.

$$\hat{V}(\hat{\tau}_h) = N_{hs}^2 \left( \frac{N_{hs} - n_{hs}}{N_{hs}} \right) \left( \frac{n_{hs}}{n_{hs} - 1} \right) \sum_{i=1}^{n_{hs}} (e_{hsi} - \bar{e}_{hs})^2$$

- 여기서,  $e_{hsi} = \frac{W_{hsi}(y_{hsi} - \bar{y}_s)}{N_{hs}}$

$$\bar{e}_{hs} = \sum_{i=1}^{n_{hs}} \frac{e_{hsi}}{n_{hs}}$$

따라서 중분류업종별 변동계수의 추정량은  $CV = \sqrt{\hat{V}(\hat{\tau}_h)} / \hat{\tau}_h$ 이다. 이를 확장하면 전체 특성값의 모총계 추정량과 분산추정량을 얻을 수 있다.

$$\hat{\tau} = \sum_{h=1}^H \hat{\tau}_h, \quad \hat{V}(\hat{\tau}) = \sum_{h=1}^H \hat{V}(\hat{\tau}_h)$$

이에 따라 전체 업종의 변동계수 추정량은  $CV = \sqrt{\hat{V}(\hat{\tau})} / \hat{\tau}$ 이다.

### (3) 표본오차

표본오차는 통상적으로 변동계수(CV)로 산출한다. 본 연구에서는 표본설계 시 기준변수인 매출액 변수를 이용하여 표본규모 산정, 층화, 표본추출 하였다. 따라서 매출액에 대해서는 정확한 추정량을 산출할 수 있다. 하지만 엔지니어링서비스업 경영분석에서는 매출액 외에도 자산, 자본금, 부채 등의 주요 지표들을 산출하고 있으므로 매출액 외 다른 지표들에 대해서는 오차가 클 수 있다. 조사완료 후 표본오차를 참고하여 표본오차가 큰 항목은 유의해서 이용해야 한다.

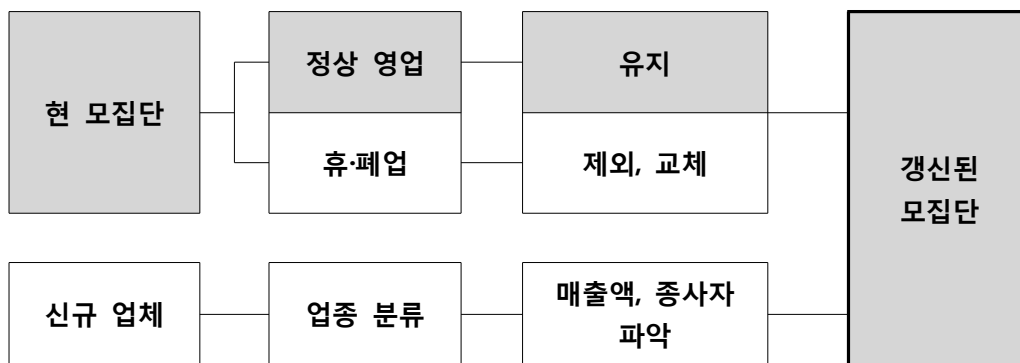
[표 V-18] 표본변동계수 공표범위

표본변동계수 범위	공표 구분
0.0% ~ 4.9%	매우 우수
5.0% ~ 9.9%	우수
10.0% ~ 14.9%	좋음
15.0% ~ 24.9%	허용
25.0% ~ 29.9%	유의사항과 함께 사용
30.0% 이상	공표 시 신뢰불가(내부 자료로 활용)



## 제6장 모집단 관리방안

모집단은 시간이 흐름에 따라 개업, 휴·폐업 등 여러 요인에 의해서 변한다. 따라서 모집단을 잘 반영할 수 있는 표본설계 및 표본추출을 위해 모집단 관리가 필수적이다. 엔지니어링서비스업 경영분석은 1년 주기로 진행되고 있으므로 개업, 휴·폐업 등 모집단 변동을 파악하여 매년 표본설계 실시 전에 모집단에 반영하도록 한다.



[그림 VI-1] 모집단 관리 과정

### ■ 모집단 고유번호 관리

수월한 모집단 관리를 위해서 매년 모집단 갱신 시 업체의 식별이 가능하도록 고유번호를 부여해야 한다. 현재 한국엔지니어링협회에서는 9자리의 ‘신고번호’를 이용해서 모집단을 잘 관리하고 있다.

### ■ 폐업업체 관리

폐업업체는 협회에 폐업 신고를 한 업체나 전국사업체조사와 매칭하여 파악할 수 있다. 폐업업체는 모집단 정비 시 제외하며, 조사 진행 시 발견한 업체는 대체표본으로 교체한다.

[표 VI-1] 폐업업체 관리

구분	폐업업체 관리방안
모집단 정비 시	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 폐업으로 확인된 업체는 제외함</li> <li>- 특정 업종의 폐업률이 높은 경우 원인 파악 후 30개 미만인 업종에 대해서는 전수조사함</li> </ul>
조사 진행 시	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 대체 표본으로 교체함</li> </ul>

■ 신규업체 관리

국내에서 엔지니어링서비스업활동을 하기 위해서는 엔지니어링기술진흥법 제 21조에 의해 한국엔지니어링협회에 반드시 신고를 해야하므로 신규업체는 모두 파악이 가능하다. 신규업체가 30개 미만 업종에 속하거나, 30개 이상 업종 중 전수층에 속하면 전수조사 한다. 신규업체가 30개 이상 업종 중 표본층에 속하면 각 층별 추출률을 고려하여 가중치를 조정한다.

[표 VI-2] 신규업체 관리

구분	업종	신규업체 관리방안	
30개 미만 업종	선박, 금속, 화학, 광업, 산업	- 신규업체 전수조사	
30개 이상 업종	기계, 전기, 정보통신, 건설, 설비, 환경, 농림, 해양수산, 원자력	전수층	- 업종별 절사점 이상 : 전수조사
		표본층	- 업종별 절사점 이하 : 추출률을 고려한 가중치 조정

■ 무응답 대체

본 통계의 무응답에 대한 대체 방법으로 핫덱대체법(hot-deck imputation)이 적절할 것으로 판단된다. 핫덱대체법은 평균대체법, 비대체법과는 달리 무응답 대체 후에도 표본의 분포가 그대로 유지되는 장점이 있어 널리 이용되고 있다. 예를 들면 핫덱대체법은 크기  $n$ 인 확률표본 중에서 항목  $y$ 에 대해  $r$  단위는 응답하고  $m$ 개의 단위는 응답하지 않았다고 가정할 때, 항목  $y$ 에 응답하지 않은  $m$ 개의 무응답자료를 대체하기 위해서 그 항목에 응답한 표본응답자들,  $A_r$ 로부터 복원으로 추출한  $m$ 개의 확률표본들의  $y$  값을 대체를 위한 제공 값으로  $y_i^* = y_j, j \in A_r$  을 사용한다. 그러면 모집단평균  $\bar{Y}$ 의 핫덱 추정량은 다음과 같다.

$$\bar{y}_{HD} = \frac{1}{n} (r \bar{y}_R + m \bar{y}_{NR}^*)$$

여기서  $\bar{y}_{NR}^* = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m y_i^*$  이다.

## 제7장 결론

한국엔지니어링협회에서 1년 주기로 작성하는 엔지니어링서비스업에 대한 경영지표를 산출하기 위해 협회에 신고된 엔지니어링업체 3,625개 (2013년 기준)를 대상으로 전수조사를 진행하고 있으나 응답률이 70% 이하로 나타났다. 저조한 응답률에도 불구하고 사후 가중치나 무응답에 대한 보정이 처리되지 않고 경영지표를 산출하고 있다. 무응답 업체에 대한 분석결과, 무응답 업체의 매출 비중이 약 19.1% 정도 차지하는 것으로 나타나 현재 공표되는 결과들이 과소 추정되고 있을 것으로 판단이 된다. 따라서 통계의 품질을 저하시키는 요인이 상존하므로 표본조사로 전환이 가능토록 표본설계 방법을 제시하는데 본 연구의 목적이 있다.

먼저, 본 통계의 목표모집단은 엔지니어링서비스업 활동을 하는 모든 사업체로 정의하고 있고 조사모집단은 엔지니어링산업진흥법 제21조 제1호에 의해 국내에서 엔지니어링활동을 하기 위해서는 한국엔지니어링협회에 신고하도록 규정에 따라 신고된 업체로 정의하고 있다.

「2012년 엔지니어링서비스업 경영분석」의 분류체계인 15개 기술부문과 한국표준산업분류 상 엔지니어링 관련 업종을 비교하였다. 검토결과, 작성기관에 신고된 조사모집단이 한국표준산업분류의 세분류 업종인 엔지니어링서비스업(7212)에 44.7%만이 포함되어 있어 전체 모집단을 대표하지 못하였다. 따라서 조사의 활용성을 고려할 때 현 분류체계를 유지하는 것이 좋을 것으로 판단된다. 다만 표본조사로 전환 시 신규사업체 및 유고사업체를 파악하여 정확한 조사모집단을 작성하는 것이 중요할 것으로 판단된다. 따라서, 신고된 엔지니어링사업자 명부를 대상으로 전국사업체조사와 사업자등록번호를 비교하여 중복된 사업체를 통합하였고 유고사업체를 파악하여 최종모집단을 결정하였다.

표본설계에 앞서 조사모집단에 대한 분석을 실시한 결과, 매출액이 300억원을 초과하는 업체는 8.2%인데 이들의 매출액 비중은 96.5%로 나타나 경영지표가 많은 영향을 주는 것으로 나타났다. 따라서 업종별 매출액 비중을 고려하여 표본설계를 실시하였다. 응용절사법을 이용하여 전수층을 구분하고 나머지 표본층에 대해서는 매출액 규모를 고려한 표본설계 방법을 적용하는 복합표본설계 방법을 이용하였다. 그리고 이에 따른 가중치와 모수추정 방법을 제시하였다.

마지막으로 컨설팅 이후에도 한국엔지니어링협회에서 계속적으로 통계의 품질개선을 위해 노력할 수 있도록 모집단 관리방안을 수록하였다. 모집단은 시간이 흐름에 따라 개업, 휴·폐업 등 여러 요인에 의해서 변하므로 수월한 모집단 관리를 위해서 매년 모집단 갱신 시 업체의 식별이 가능하도록 고유번호 관리를 철저히 해야 한다. 폐업업체는 모집단 정비 시 제외하며, 조사 진행 시 발견한 업체는 대체표본으로 교체가 필요하다. 신규업체는 업종분류를 파악하고 업종별 절사점을 고려하여 조치한다.

본 연구 결과를 토대로 모집단 타당성 입증 및 표본설계 전 과정과 모집단 관리방안을 제시함에 따라 품질개선 컨설팅 이후에도 실질적으로 표본조사로의 전환이 가능하며 표본조사로 전환하여도 엔지니어링서비스업 경영지표에 대한 객관적인 결과를 도출할 수 있을 것으로 예상된다.



---

## 부록

---

부록 1. 표준산업분류 기준 표본설계 내역

부록 2. 표본설계 프로그램(SAS PGM)





## <부록1> 표준산업분류 기준 표본설계 내역

### 1. 조사모집단

- 한국엔지니어링협회에 신고된 사업자 명부와 통계청의 「2011년 기준 전국사업체조사」를 표준산업분류 기준으로 연계하면 2,931개 업체(84.2%)가 매칭됨
- 표준산업분류 대분류업종별 분포를 살펴보면 다음과 같음

<조사모집단>

대분류	모집단수		매출액(억원)	
		구성비		구성비
A. 농업, 임업 및 어업	24	0.8	918	0.0
C. 제조업	130	4.4	603,498	21.1
D. 전기, 가스, 증기 및 수도사업	3	0.1	69,282	2.4
E. 하수·폐기물 처리, 원료재생 및 환경복원업	27	0.9	11,317	0.4
F. 건설업	489	16.7	1,127,360	39.4
G. 도매 및 소매업	40	1.4	50,592	1.8
H. 운수업	13	0.4	78,909	2.8
J. 출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업	79	2.7	525,549	18.4
K. 금융 및 보험업	2	0.1	112	0.0
L. 부동산업 및 임대업	14	0.5	80,212	2.8
M. 전문, 과학 및 기술 서비스업	2,047	69.8	292,789	10.2
N. 사업시설관리 및 사업지원 서비스업	49	1.7	18,234	0.6
O. 공공행정, 국방 및 사회보장 행정	1	0.0	2,388	0.1
P. 교육 서비스업	2	0.1	113	0.0
S. 협회및단체, 수리 및 기타 개인 서비스업	11	0.4	2,023	0.1
<b>합계</b>	<b>2,931</b>	<b>100.0</b>	<b>2,863,296</b>	<b>100.0</b>

## 2. 모집단 분석

- 모집단 2,931개 업체에 대한 대분류업종별 분포는 다음과 같음

<대분류업종별 분포>

대분류	모집단수	매출액(억원)				
		평균	중앙값	표준편차	변동계수	왜도
A	24	38.3	5.6	107.2	280.3	4.5
C	130	4,642.3	125.1	24,195.7	521.2	8.8
D	3	23,094.2	11,724.7	24,083.9	104.3	1.7
E	27	419.2	136.2	701.5	167.4	2.3
F	489	2,305.4	31.0	13,027.9	565.1	8.4
G	40	1,264.8	56.8	5,760.9	455.5	5.8
H	13	6,069.9	2,227.0	9,195.0	151.5	2.2
J	79	6,652.5	124.3	26,059.7	391.7	5.6
K	2	55.8	55.8	11.6	20.8	0.0
L	14	5,729.5	60.0	13,516.1	235.9	2.5
M	2,047	143.0	12.0	3,206.7	2,241.9	44.4
N	49	372.1	40.6	1,449.6	389.6	6.5
O	1	2,387.8	2,387.8	0.0	0.0	0.0
P	2	56.4	56.4	76.1	134.9	0.0
S	11	183.9	46.6	252.6	137.3	1.3
<b>합계</b>	<b>2,931</b>	<b>976.9</b>	<b>17.0</b>	<b>9,182.9</b>	<b>940.0</b>	<b>16.6</b>

- 매출액 규모별 분포를 살펴보면 300억원 초과 업체수가 9.5%인데 이들의 매출액 비중은 전체 매출액의 96.8%를 차지하는 것으로 나타남

〈매출액 규모별 사업체 수〉

대분류	모집단수	매출액 규모별 업체수			비중(%)		
		10억원 이하	10억~300억원	300억원 초과	10억원 이하	10억~300억원	300억원 초과
A	24	16	7	1	66.7	29.2	4.2
C	130	8	82	40	6.2	63.1	30.8
D	3	0	0	3	0.0	0.0	100.0
E	27	1	19	7	3.7	70.4	25.9
F	489	116	295	78	23.7	60.3	16.0
G	40	4	28	8	10.0	70.0	20.0
H	13	0	3	10	0.0	23.1	76.9
J	79	10	38	31	12.7	48.1	39.2
K	2	0	2	0	0.0	100.0	0.0
L	14	4	4	6	28.6	28.6	42.9
M	2047	914	1049	84	44.7	51.2	4.1
N	49	10	32	7	20.4	65.3	14.3
O	1	0	0	1	0.0	0.0	100.0
P	2	1	1	0	50.0	50.0	0.0
S	11	0	8	3	0.0	72.7	27.3
<b>합계</b>	<b>2,931</b>	<b>1,084</b>	<b>1,568</b>	<b>279</b>	<b>37.0</b>	<b>53.5</b>	<b>9.5</b>

〈매출액 규모별 매출액 분포〉

대분류	매출액	매출액 규모별 매출액			비중(%)		
		10억원 이하	10억~300억원	300억원 초과	10억원 이하	10억~300억원	300억원 초과
A	918	59	333	527	6.4	36.3	57.4
C	603,498	37	8,048	595,412	0.0	1.3	98.7
D	69,282	0	0	69,282	0.0	0.0	100.0
E	11,317	9	1,729	9,578	0.1	15.3	84.6
F	1,127,360	582	19,336	1,107,443	0.1	1.7	98.2
G	50,592	26	2,136	48,429	0.1	4.2	95.7
H	78,909	0	171	78,737	0.0	0.2	99.8
J	525,549	43	3,040	522,466	0.0	0.6	99.4
K	112	0	112	0	0.0	100.0	0.0
L	80,212	19	152	80,041	0.0	0.2	99.8
M	292,789	4,717	48,865	239,208	1.6	16.7	81.7
N	18,234	45	2,432	15,757	0.2	13.3	86.4
O	2,388	0	0	2,388	0.0	0.0	100.0
P	113	3	110	0	2.7	97.3	0.0
S	2,023	0	308	1,715	0.0	15.2	84.8
<b>합계</b>	<b>2,863,296</b>	<b>5,540</b>	<b>86,772</b>	<b>2,770,984</b>	<b>0.2</b>	<b>3.0</b>	<b>96.8</b>

### 3. 총화

- 대분류업종에 따라 1차 총화하여 30개 미만인 업종에 대해서는 전수조사를 실시하고, 30개 이상인 업종에 대해서는 절사점을 이용하여 전수층과 표본층으로 구분함. 전수층과 표본층 구분은 응용절사법(Modified Cut-off Method) 활용하여 구분함

〈총화기준〉

구분기준	기술부문	총화방법
30개 미만	A. 농업, 임업 및 어업 D. 전기, 가스, 증기 및 수도사업 E. 하수 · 폐기물 처리, 원료재생 및 환경복원업 H. 운수업 K. 금융 및 보험업 L. 부동산업 및 임대업 O. 공공행정, 국방 및 사회보장 행정 P. 교육 서비스업 S. 협회및단체,수리 및 기타 개인 서비스업	전수조사
30개 이상	C. 제조업 F. 건설업 G. 도매 및 소매업 J. 출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업 M. 전문, 과학 및 기술 서비스업 N. 사업시설관리 및 사업지원 서비스업	전수조사 + 표본조사

#### 4. 목표오차별 표본규모

<대분류업종별 표본수(허용오차 3%)>

	모집단	표본규모			절사	
		전수총	표본총	표본규모	전수총비중	절사점
A	24	24	0	24	100.0	-
C	130	17	8	25	96.5	2,386.3
D	3	3	0	3	100.0	-
E	27	27	0	27	100.0	-
F	489	45	13	58	96.7	944.4
G	40	10	4	14	96.7	210.4
H	13	13	0	13	100.0	-
J	79	18	5	23	97.7	1,734.7
K	2	2	0	2	100.0	-
L	14	14	0	14	100.0	-
M	2,047	172	94	266	87.2	126.3
N	49	16	5	21	95.5	109.8
O	1	1	0	1	100.0	-
P	2	2	0	2	100.0	-
S	11	11	0	11	100.0	-
합계	2,931	375	129	504		

#### 5. 오차 비교

- 표준산업분류 기준으로 표본설계 후 매출액을 기술부문별로 추정  
한 결과 300억원 미만에서 매출액에 대한 오차가 크게 나타남

<매출액 추정량의 오차 비교>

	모집단	표본	오차 <sup>1)</sup>			
			10억원 이하	10억~300억원	300억원 초과	합계
기계	145	45	57.4%	-58.4%	2.0%	1.5%
선박	15	5	-100.0%	-35.8%	-0.6%	-0.9%
금속	4	0	0.0%	-100.0%	0.0%	-100.0%
전기	144	27	136.8%	29.1%	-1.1%	3.0%
정보통신	576	74	-15.5%	-20.3%	-1.1%	-1.7%
화학	23	13	0.0%	-38.6%	0.0%	-0.5%
광업	2	1	0.0%	-56.7%	0.0%	-56.7%
건설	2,066	241	-20.2%	20.6%	-1.0%	-0.2%
설비	40	5	80.4%	17.5%	-6.0%	-4.1%
환경	114	32	-18.6%	-19.2%	-8.1%	-9.3%
농림	207	28	-77.0%	-26.7%	0.0%	-31.2%
해양수산	41	1	-100.0%	-84.9%	0.0%	-86.1%
산업	13	4	-100.0%	-35.2%	0.0%	-7.5%
원자력	90	28	-100.0%	-31.6%	0.0%	-9.0%
합계	3,480	504	-21.3%	-1.1%	-0.2%	-0.3%

1) 오차 : (2013년 조사결과-추정량)/2013년 조사결과

## <부록2> 표본설계 프로그램(SAS PGM)

```
/******1.조사모집단******/
```

```
data POP;
set P.ENG_POP;

if ENG_UPJONG="기계" then UPJONG=1
else if ENG_UPJONG="선박" then UPJONG=2
else if ENG_UPJONG="금속" then UPJONG=3
else if ENG_UPJONG="전기" then UPJONG=4
else if ENG_UPJONG="정보통신" then UPJONG=5
else if ENG_UPJONG="화학" then UPJONG=6
else if ENG_UPJONG="광업" then UPJONG=7
else if ENG_UPJONG="건설" then UPJONG=8
else if ENG_UPJONG="설비" then UPJONG=9
else if ENG_UPJONG="환경" then UPJONG=10
else if ENG_UPJONG="농림" then UPJONG=11
else if ENG_UPJONG="해양수산" then UPJONG=12
else if ENG_UPJONG="산업" then UPJONG=13
else if ENG_UPJONG="원자력" then UPJONG=14

y=machul/100*매출액 단위변환(백만원->억원);

if y =< 10 then machul4=1
else if y =< 100 then machul4=2
else if y =< 300 then machul4=3
else if y > 300 then machul4=4

if y =< 10 then machul3=1
else if y =< 300 then machul3=2
else if y > 300 then machul3=3

if mem < 50 then mem3=1
else if mem < 300 then mem3=2
else if mem >= 300 then mem3=3

stratakey=UPJONG*100+machul4;

label
ENG_NO="사업체 일련번호"
ENG_SAUPNAME="사업체명"
SAUPNO="사업자등록번호"
ENG_DATE="등록일자"
ENG_MEM="엔지니어링 기술인력"
ENG_UPJONG="업종"
```

```

machul="매출액"
san2="산업분류 (중) "
san3="산업분류 (소) "
san4="산업분류 (세) "
san5="산업분류 (세세) "
Survey="조사여부"
machul_type="매출규모 (3) "
mem_type="종사자규모 (3) "
giup_type="기업형태"
asset="자산"
asset_a="유동자산"
capital="자본"
debt="부채"
debt_a="유동부채"
profit="영업이익"
jus01="주소1"
jus02="주소2"
tel="전화번호"
fax="팩스번호"
y="매출액 (억원) "
machul4="매출규모 (4) "
run

```

```

title 'Table1-조사모집단-사업체수, 매출액'

```

```

proc tabulate data=POP;
class UPJONG machul4;
var y;
table UPJONG all, n y;
run

```

```

title 'Table2-조사모집단 분석 (매출액) '

```

```

proc sort data= POP;by UPJONG;run
proc means data=POP n sum mean median stddev cv skewness
var y;
run
proc means data=POP n sum mean median stddev cv skewness noprint
var y;
by UPJONG;
output out=outstat_1  n=n sum=sum mean=mean median=median stddev=stddev cv=cv
skewness=skewness
run
proc print data=outstat_1;run

```

```

title 'Table3-조사모집단-업체수, 매출액'

```

```

proc tabulate data=POP;
class UPJONG machul3;
var y;

```

```

table UPJONG all, (n y)*(machul3 all);
run

/*30개미만 업종 전수조사*/
data POP_JUNSU POP_SAMPLE;
set POP;
if ENG_UPJONG IN: ("광업", "금속", "산업", "선박", "화학") then output POP_JUNSU;
*전수조사;
else output POP_SAMPLE;*표본조사;
run
data POP_JUNSU;set POP_JUNSU;
sample_case2=2
run

/*****2.응용절사*****/
/*응용절사법*/
%macro cut_point(upjong,n,dataset);

data aa(keep=y UPJONG);set POP_SAMPLE;
if UPJONG=&upjong. then output;
run;

proc sort data=aa;by descending y;run;
proc means data=aa n mean sum cv skewness;
var y;
output out=outstat sum=sum_y;
run;

data a01;merge aa outstat;
drop _type_ _freq_ sum_y;
obs=_n_;
if lag(y)=. then cum_y=y;
else cum_y+y;
sum_y2+sum_y;
p=cum_y/sum_y2*100
run;

data &dataset;set _null_;run;
%do i=1 %to &n;
data a02;merge a01;
if obs=&i;
run;

proc means data=a01 noprint;
var y;
output out=stat1 n=pop_n sum=pop_sum stddev=pop_sigma;
where obs>&i;

```



```

run;

data a03;merge a02 stat1;
drop _type_ _freq_;
if obs=&i;
e=0.03
cv=pop_n*pop_sigma/pop_sum;
q=pop_sum/sum_y2;
z=1.96
ns=((z*q*cv)**2)/(e**2)/(1+((z*q*cv)**2)/(pop_n*(e**2)));
run;

data &dataset;set &dataset a03;
run;
%end

data &dataset;set &dataset;
n_total=ns+obs;
run;

%mend cut_point;
%cut_point(1,145,D1)
%cut_point(4,144,D4)
%cut_point(5,576,D5)
%cut_point(8,2066,D8)
%cut_point(9,40,D9)
%cut_point(10,114,D10)
%cut_point(11,207,D11)
%cut_point(12,41,D12)
%cut_point(14,90,D14)

data Cut_data;
set D1 D4 D5 D8 D9 D10 D11 D12 D14;
run

proc sql
create table Cut_data1 as
select *, min(n_total) as min_n_total
from Cut_data
group by UPJONG
having n_total=calculated min_n_total;

title 'Table4-응용절사법 결과'
proc print data=Cut_data1 label
var UPJONG obs ns min_n_total y p;
label UPJONG="업종" obs="전수층" ns="표본층" min_n_total="표본규모" y="절사점 (매출액)"
p="전수층 매출비중"
run

```

```

/*****3.복합설계*****/
/*복합설계*/
data POP_SAMPLE;
set POP_SAMPLE;
sample_case2=1
if UPJONG=1 and y > 300 then sample_case2=2
else if UPJONG=4 and y > 100 then sample_case2=2
else if UPJONG=5 and y > 300 then sample_case2=2
else if UPJONG=8 and y > 300 then sample_case2=2
else if UPJONG=9 and y > 100 then sample_case2=2
else if UPJONG=10 and y > 100 then sample_case2=2
else if UPJONG=11 and y > 10 then sample_case2=2
else if UPJONG=12 and y > 10 then sample_case2=2
else if UPJONG=14 and y > 100 then sample_case2=2
if mem3 =3 then sample_case2=2
run

title 'Table5-절사점 관련'
proc tabulate data=POP_SAMPLE;
class UPJONG sample_case2;
var y;
table (UPJONG all='합계' ), (n y)*(sample_case2 all);
run

data POP_SAMPLE1 POP_JUNSU1;
set POP_SAMPLE;
if sample_case2=1 then output POP_SAMPLE1;*표본조사-표본층;
else output POP_JUNSU1;*표본조사-전수층;
run

title 'Table6-업종, 규모별 모집단 크기'
proc tabulate data=POP_SAMPLE1;
class UPJONG machul4;
table (UPJONG all='합계' ), (machul4 all='합계' );
run

proc sort data=POP_SAMPLE1;by UPJONG machul4;run
proc means data=POP_SAMPLE1 noprint
var y;
by UPJONG machul4;
output out=m sum=sum std=std min=min max=max
run

data m;
set m;
drop _type_;
run

```

```

data m1;
set m;
if std=. then std=0
run

proc sql
create table m2 as
select UPJONG ,
      machul4,
      _freq_ as Nh,
      sum as Xh,
      std as SIGMA_Xh
from m1;

proc sort data=m2;by UPJONG y;run
%macro sn(cv1,cv2,cv3);
data m3;
set m2;
cvh=sigma_xh/(xh/nh);
if UPJONG IN:(11) then snh=(cvh/&cv1.)**2 / (1+ 1/nh*(cvh/&cv1.)**2);
else if UPJONG IN:(5,8) then snh=(cvh/&cv2.)**2 / (1+ 1/nh*(cvh/&cv2.)**2);
else snh=(cvh/&cv3.)**2 / (1+ 1/nh*(cvh/&cv3.)**2);
run;
%mend sn;
%sn(0.04,0.054,0.08);

data m3;set m3;
sample=round(snh);
if sample < 3 then sample=3
if sample > 130 then sample=sample-2
if sample >= nh then sample=nh;
run

title 'Table7-표본층 표본 크기'
proc tabulate data=m3;
class UPJONG machul4;
var sample;
table (UPJONG all='합계' ),(machul4 all='합계' )*sample;
run

data samplesize;set POP_JUNSU POP_JUNSU1 m3;
if sample=. then sample=1
run

title 'Table8-업종,규모별 최종 표본 크기'
proc tabulate data=samplesize;
class UPJONG machul4;

```

```

var sample;
table (UPJONG all='합계' ), (machul4 all='합계' )*sample;
run

/*****4. 표본추출*****/
proc sort data=POP_SAMPLE1;by stratakey y; run

data samplecount;
set m3;
stratakey=UPJONG*100+machul4;
_ysize_=sample;
if sample=0 then delete
keep stratakey _ysize_;
run

/*2013년 조사결과*/
proc sort data=POP_SAMPLE1;by UPJONG machul4 y; run
proc means data=POP_SAMPLE1 noprint ;var y asset asset_a capital debt debt_a mem;
output out=pop_R sum=y asset asset_a capital debt debt_a mem;by UPJONG;run

/*모의 실험 */
%macro sample(seed,var1,var2);
proc surveyselect data=POP_SAMPLE1 method=sys seed=&seed. N=samplecount
out=sample_&seed. noprint ;
strata stratakey ;
run;

proc means data=sample_&seed. noprint ;var y asset asset_a capital debt debt_a
mem;
output out=m_&seed. sum=S_y S_asset S_asset_a S_capital S_debt S_debt_a S_mem;
by UPJONG;
weight SamplingWeight;
run;

data m_&seed;;merge m_&seed pop_R;by UPJONG;
M_y=abs(S_y/y-1);
M_asset=abs(S_asset/asset-1);
M_capital=abs(S_capital/capital-1);
M_debt=abs(S_debt/debt-1);
M_mem=abs(S_mem/mem-1);
run;

proc means data=m_&seed. noprint ;var M_y M_asset M_capital M_debt M_mem;
output out=mm_&seed. sum=y asset capital debt mem;run;

data mm_&seed;;set mm_&seed;seed_number=&seed.run;

%mend sample;

```

```

%sample(277);

/*****
%macro rep
%do i=2 %to 1000 %by 1
%sample(&i);
data mm_1;
set mm_1 mm_&i.
run;
%end
%mend
%rep
proc sort data=mm_1;by y;rundata mm_1;set mm_1;rank1=_n_;run
proc sort data=mm_1;by asset;rundata mm_1;set mm_1;rank2=_n_;run
proc sort data=mm_1;by capital;rundata mm_1;set mm_1;rank3=_n_;run
proc sort data=mm_1;by debt;rundata mm_1;set mm_1;rank4=_n_;run
proc sort data=mm_1;by mem;rundata mm_1;set mm_1;rank5=_n_;run

data mm_1;set mm_1;total_rank=rank1+rank2*0.4+rank3*0.3+rank4*0.3+rank5;run
proc sort data=mm_1;by total_rank;run
proc print data=mm_1;run

/*****seed 번호 확정 후*****/
data sample_final;
set sample_277 POP_JUNSU POP_JUNSU1;
if sample_case2=2 then SamplingWeight=1
run

title 'Table9-2013년 조사결과'
proc tabulate data=pop;
class UPJONG machul3 mem3;
var y asset capital debt mem;
table UPJONG all,y*(machul3 mem3 all) ( asset capital debt mem);
run

title 'Table10-추정결과'
proc tabulate data=sample_final;
class UPJONG machul3 mem3;
var y asset capital debt mem;
table UPJONG all, y*(machul3 mem3 all) ( asset capital debt mem);
weight SamplingWeight;
run

title 'Table11-표본사업체 출력'
proc sort data=sample_final;by UPJONG machul4 y; run
proc print data=sample_final;
var ENG_NO sample_case2 ENG_SAUPNAME ENG_UPJONG UPJONG machul4 SamplingWeight
;run

```