



부 록

- 
- 
1. 설계용역비 책정을 위한 참조자료
 2. 감리비 책정을 위한 참조자료
 3. CVM을 통한 WTP의 추정 모형

1. 설계용역비 책정을 위한 참조자료

용역비 중 설계비는 다음과 같이 산출할 수 있다.

건설사업에 해당하는 도로, 철도, 교량, 항만공사 등은 ‘엔지니어링사업 대가의 기준’을 적용하며, 건축사업은 ‘공공발주사업에 대한 건축사의 업무범위와 대가기준’을 참조한다.

1) 엔지니어링사업 대가의 기준

건설부문의 용역비에 대한 공사비 대비 요율은 지식경제부의 「엔지니어링사업 대가의 기준」, (지식경제부공시 제2012-178호)에 근거하여 “공사비요율에 의한 방식”을 적용한다. 즉, 공사비에 일정 요율을 곱하여 산출한 금액에 부가가치세를 합산하여 대가를 산출한다. 이때의 공사비는 총 예정금액(자재대 포함) 중 용지비, 보상비, 법률수속비 및 부가가치세를 제외한 일체의 금액을 의미한다.

공사비가 요율표 중간에 있을 때의 요율은 아래의 수식과 같이 직선보간법으로 산정한다.

$$y = y_1 - \frac{(x - x_2) \times (y_1 - y_2)}{(x_1 - x_2)}$$

y : 공사비 요율, x : 부가세를 제외한 공사비
 x_1 : 요율표상의 큰 금액, x_2 : 요율표상의 작은 금액
 y_1 : 작은 금액 요율, y_2 : 큰 금액 요율

대가의 요율은 <부록 표-1>, <부록 표-2>, <부록 표-3>에서 각 해당 분야에 따라 적용한다.

<부록 표-1> 건설부문 대가요율

(단위 : %)

공사비 \ 요율	업 무 별 요 율			
	기본설계	실시설계	공사감리	계
10억원 이하	1.77	3.55	1.66	6.98
20억원 이하	1.63	3.27	1.53	6.43
30억원 이하	1.57	3.15	1.48	6.20
50억원 이하	1.54	3.09	1.45	6.08
100억원 이하	1.51	3.01	1.41	5.93
200억원 이하	1.46	2.91	1.37	5.74
300억원 이하	1.45	2.90	1.35	5.70
500억원 이하	1.41	2.84	1.33	5.58

주 : - “건설부문”이란 도로, 공항, 항만, 해안, 철도, 교통, 도시계획, 수자원 개발 등을 말한다.

- “공사감리”란 비상주 감리를 말한다.

자료 : 지식경제부, 「엔지니어링사업대가의 기준」, 지식경제부고시 제2012-178호

〈부록 표-2〉 통신부문 대가요율

(단위 : %)

공사비 \ 요 율	업 무 별 요 율			
	기본설계	실시설계	공사감리	계
10억원 이하	2.24	6.71	1.48	10.43
20억원 이하	2.07	6.16	1.36	9.59
30억원 이하	1.99	5.95	1.31	9.25
50억원 이하	1.95	5.85	1.29	9.09
100억원 이하	1.89	5.70	1.25	8.84
200억원 이하	1.84	5.53	1.22	8.59
300억원 이하	1.82	5.49	1.21	8.52
500억원 이하	1.80	5.37	1.18	8.35

주 : - “통신부문”이란 정보통신, 정보관리, 철도신호와 산업부문의 소방·방재분야를 말한다.
- “공사감리”란 비상주 감리를 말한다.

자료 : 지식경제부, 「엔지니어링사업대가의 기준」, 지식경제부고시 제2012-178호

〈부록 표-3〉 산업플랜트부문의 대가요율

(단위 : %)

공사비 \ 요 율	업 무 별 요 율		
	기본설계	실시설계	계
10억원 이하	2.30	5.89	10.07
20억원 이하	2.18	5.58	9.54
30억원 이하	2.05	5.26	8.98
50억원 이하	1.95	4.99	8.58
100억원 이하	1.81	4.65	8.05
200억원 이하	1.72	4.41	7.69
300억원 이하	1.62	4.16	7.31
500억원 이하	1.54	3.94	6.99

주 : “산업플랜트”란 전기전자공장, 식품공장 등 일반산업플랜트와 유기화학공장, 고분자제품공장 등 화학플랜트, LNG, LPG 등 가스플랜트, 수력, 화력 등 발전플랜트, 정수 및 하수, 폐수 처리시설, 폐기물 소각장 등 환경플랜트 등을 말한다.

자료 : 지식경제부, 「엔지니어링사업대가의 기준」, 지식경제부고시 제2012-178호

2) 공공발주사업에 대한 건축사의 업무범위와 대가기준

건축부문의 용역비용은 건축사법 제19조의3 규정에 따른 「공공발주사업에 대한 건축사의 업무범위와 대가기준」을 근거로 하였으며, 이 지침은 2011년 12월 8일 고시된 국토해양부 고시 제2011-750호를 토대로 작성하였다.

하나의 대지 안에 각기 규모 및 구조가 다른 2동 이상의 건축물을 신축하는 경우의 설계 업무 대가는 동마다 산출한 대가를 합산하며, 1동 건축물에 2개 이상의 용도가 혼용되어 건축물의 조별이 2 이상인 경우 종별에 해당하는 면적 중 가장 넓은 바닥면적을 가진 건축물의 종별을 적용한다. 전통 양식의 설계업무는 산출된 대가의 1.5배를 적용하되 건축물의 종별 구분은 제3종 중급을 적용한다.

공사비가 효율표 중간에 있을 때의 효율은 직선보간법으로 산정한다.

〈부록 표-4〉 건축설계 대가요율

(단위 : %)

공사비	종 별	제3종(복잡)			제2종(보통)			제1종(단순)		
	도서의양	상급	중급	기본	상급	중급	기본	상급	중급	기본
30억원		5.76	4.80	3.84	5.23	4.36	3.49	4.71	3.92	3.14
50억원		5.65	4.71	3.77	5.14	4.28	3.42	4.62	3.85	3.08
100억원		5.50	4.59	3.67	5.00	4.17	3.34	4.50	3.75	3.00
200억원		5.33	4.44	3.56	4.85	4.04	3.23	4.36	3.64	2.91
300억원		5.29	4.41	3.53	4.81	4.01	3.21	4.33	3.61	2.89
500억원		5.19	4.32	3.46	4.72	3.93	3.14	4.24	3.54	2.83

주 : 이 효율은 기본조사설계와 실시설계를 합친 효율임.

- 건축법 제8조에 의한 건축허가 또는 동법 제9조에 의한 건축신고만으로 건축이 가능한 건축물인 경우 : 기본설계 40%, 실시설계 60%
- 타 법령에 의한 별도의 사업시행인가 등이 필요한 관광숙박시설, 병원건축물, 재개발·재건축 등의 경우 : 기본설계 45%, 실시설계 55%

자료 : 국토해양부, 「공공발주사업에 대한 건축사의 업무범위와 대가기준」, 국토해양부고시 제2011-750호(2011.12.8)

<부록 표-4>의 건축설계 대가요율을 적용 시 필요한 “도서의 양”은 ‘건축사의 업무범위와 대가기준’의 [별표2]에서 구분한 기본, 중급, 상급에 따라 적용하여야 하나 「그린서울 저탄소 녹색성장 실현을 위한 친환경 공공건축물 공사비 책정 가이드라인」에는 다음과 같이 적용되어 있다.¹¹⁵⁾

- 시·자치구 산하기관에서 발주하는 건축설계용역 설계도서의 양은 원칙적으로 「중급」을 적용
- 다만, 인·허가와 관련된 최소한의 설계도서만을 요구할 때에는 「기본」을 적용
- 구체적인 설계도서를 요구하는 특별한 사유가 있는 경우에 한하여 「상급」으로 적용

<부록 표-4>의 건축설계 대가요율에 적용되는 건축물의 종류는 <부록 표-5>와 같다.

115) 2010년의 서울시 문서번호 기술심사담당관-9093, ‘건축설계용역 도서의 양 적용기준’에 의한 것으로 일반 지침에서도 이를 준용한다.

〈부록 표-5〉 건축물의 종별 구분

종 별	건축물의 종류
1종 (단순)	<ul style="list-style-type: none"> · 가설건축물 · 창고시설(하역장) · 자동차관련시설(정비공장, 운전학원·정비학원 제외) · 동물 및 식물관련시설(가축용 창고, 관리사, 가축시장, 버섯재배사) · 기타 제1종 용도와 유사한 것 <p>※ 제1종 시설로서 공기조화 설비 등 특수설비를 요하는 시설은 제2종을 적용</p>
2종 (보통)	<ul style="list-style-type: none"> · 공작물(굴뚝·옹벽·고가수조 등) · 단독주택 / 공동주택 · 제1종 근린생활시설 / 제2종 근린생활시설 · 판매시설 / 장례식장 / 교육연구시설(도서관 제외) / 노유자시설 · 수련시설 / 업무시설 · 숙박시설(관광숙박시설 제외) / 위락시설 · 공장 / 창고시설(냉장·냉동창고 포함) · 위험물저장 및 처리시설 / 자동차 관련시설(정비공장, 운전학원, 정비학원) · 동물 및 식물관련시설 / 분뇨 및 쓰레기처리시설 · 교정 및 군사시설 / 묘지관련시설(화장장 제외) / 관광휴게시설(관망탑 제외) · 기타 제2종 용도와 유사한 것 <p>※ 제2종 시설로서 특수구조 또는 공기조화 설비 등 특수설비를 요하는 시설은 제3종을 적용</p>
3종 (복잡)	<ul style="list-style-type: none"> · 문화 및 집회시설 · 운수시설(철도시설, 공항시설, 항만시설, 종합여객시설 등) · 의료시설 · 교육연구시설 중 도서관 · 운동시설 · 숙박시설 중 관광숙박시설 · 발전시설(발전소, 집단에너지 공급시설 포함) · 방송통신시설(방송·통신시설, 촬영시설) · 묘지관련시설 중 화장장 · 관광휴게시설 중 관망탑 · 기타 제3종 용도와 유사한 것

자료 : 국토해양부, 「공공발주사업에 대한 건축사의 업무범위와 대가기준」, 국토해양부고시 제2011-750호(2011.12.8.)

2. 감리비 책정을 위한 참조자료

감리비는 크게 3가지로 구분하며 사업의 특성 및 발주청의 결정에 따라 대상사업에 대한 감리 방식을 결정할 수 있다.

- ① 공사감리 : 총공사비 200억원 이하 소규모 사업에 주로 적용할 수 있음.
- ② 전면책임감리비 : 총공사비 200억원 이상 22개 공종(건설기술관리법 시행령 102조 관련)에 해당하는 사업
- ③ 건설사업관리(CM) : 건설공사에서 기획, 타당성조사부터 감리, 평가, 사후관리 등을 포함한 관리 업무 전반을 수행하는 것으로 대규모의 복합공종, 관리가 어려운 공사가 이에 해당함(건설기술관리법 제22조의 2 관련).

공사감리를 적용하는 사업은 설계용역비를 산출한 근거에 따라 ‘엔지니어링 대가기준’이나 ‘공공발주사업에 대한 건축사의 업무범위와 대가기준’에 제시된 공사감리요율을 적용하여 용역비용을 산출한다.

전면책임감리 및 건설사업관리(CM)를 적용하는 사업은 대상사업 기준에 적합해야 하며 발주부서의 결정에 따른다. 전면책임감리의 용역비는 「지방자치단체 예산편성 기본지침」의 시설부대경비 중 전면 책임감리 요율을 적용(행정안전부)¹¹⁶⁾하며, 건설사업관리의 용역비는 ‘건설사업관리대가기준’요율을 기준으로 비용을 추정한다.

1) 공사감리비 : 공사의 종류에 따라 해당 대가요율 적용

(1) 「엔지니어링사업 대가의 기준」, 지식경제부고시 제2012-178호

건설부문에서 전면 책임감리 및 CM이외의 사업에서는 「엔지니어링사업대가의 기준」의 공사감리비를 적용할 수 있다. 이는 앞서 설계용역비에서 제시한 <부록 표-1> 건설부문 대가요율 또는 <부록 표-2> 통신부문 대가요율 등을 참고하여 산출한다.

(2) 공공발주사업에 대한 건축사의 업무범위와 대가기준

건축사업에서 200억원 이하 수준의 소규모 공사는 ‘공공발주사업에 대한 건축사의 업무범위와 대가기준’의 [별표5]의 공사감리비를 적용할 수 있다. 공사비가 요율표 중간에 있을 때의 요율은 직선보간법으로 산정한다.

〈부록 표-6〉 건축공사감리 대가요율

(단위 : %)

공 사 비	제3종(복잡)	제2종(보통)	제1종(단순)
30억원	1.20	1.09	0.98
50억원	1.18	1.07	0.96
100억원	1.14	1.04	0.94
200억원	1.11	1.01	0.91
300억원	1.10	1.00	0.90
500억원	1.08	0.98	0.88

주 : “공사비”라 함은 건축주의 공사비 총예정금액(자재대 포함) 중 용지비, 보상비, 법률수속비 및 부가가치세를 제외한 일체의 금액을 말한다.

116) 2013년 지방자치단체 예산편성 기본지침(행정안전부)

2) 전면 책임감리비 : 행정안전부, 지방자치단체 예산편성 기본지침(2013년 기준)

전면 책임감리비는 <부록 표-8>에서와 같이 총공사비 200억원 이상인 22개 공종(시행령 1012조 관련)이며, 발주청이 국토해양부령으로 정하는 감리 적정성 검토사항에 따라 전면 책임 감리가 필요하다고 인정하는 공사에 적용할 수 있다.

전면 책임감리의 요율은 <부록 표-7>과 같으며, 「2013년도 지방자치단체 예산안 편성 기본 지침」을 참고하여 추정할 수 있다. 토목 및 건축 공종 기준은 <부록 표-9>, <부록 표-10>과 같으며 이는 2012년 8월 22일 고시된 국토해양부 고시 제2012-548호를 참고하여 작성하였다.

공사비가 요율표 중간에 있을 때의 요율은 직선보간법으로 산정한다.

〈부록 표-7〉 전면 책임감리 요율

공 사 비 (억 원)	개 산 요 율 (%)			비 고
	단순한 공종	보통의 공종	복잡한 공종	
100	6.95	7.72	8.49	
200	5.63	6.26	6.88	
300	4.97	5.52	6.07	
400	4.53	5.04	5.54	
500	4.24	4.71	5.18	
700	3.85	4.28	4.70	
1,000	3.52	3.91	4.30	
1,500	3.11	3.46	3.80	
2,000	2.85	3.17	3.49	

주1 : 건설기술관리법 제27조의 규정에 의한 책임감리의 경우에 적용한다.

주2 : 위 기준요율은 '13년 신규사업부터 적용하고, '12년 신규사업은 '12년 지침의 기준요율을, '11년 이전 계속사업은 '11년 지침의 기준단가를 따른다.

자료 : 2013년도 지방자치단체 예산편성 기본 지침(행정안전부)

〈부록 표-8〉 전면 책임감리비 요율 대상사업_건설기술관리법 시행령 102조[대통령령 제23950호, 2012.7.13, 일부개정]

1. 전면 책임감리 대상인 건설공사

가. 총공사비가 200억원 이상인 다음 공종의 공사

- 1) 길이 100미터 이상의 교량공사를 포함하는 건설공사
- 2) 공항 건설공사
- 3) 댐 축조공사
- 4) 고속도로공사
- 5) 에너지저장시설공사
- 6) 간척공사
- 7) 항만공사
- 8) 철도공사
- 9) 지하철공사
- 10) 터널공사가 포함된 공사
- 11) 발전소 건설공사
- 12) 폐기물처리시설 건설공사

〈부록 표 계속〉 전면 책임감리비 요율 대상사업_건설기술관리법 시행령 102조[대통령령 제23950호, 2012.7.13, 일 부개정]

- 13) 폐수종말처리시설공사
- 14) 하수종말처리시설공사
- 15) 상수도(급수설비는 제외한다) 건설공사
- 16) 하수관거 건설공사
- 17) 관람집회시설공사
- 18) 전시시설공사
- 19) 연면적 5천제곱미터 이상인 공용청사 건설공사
- 20) 송전공사
- 21) 변전공사
- 22) 300세대 이상의 공동주택 건설공사

나. 발주청이 국토해양부령으로 정하는 감리 적정성 검토사항에 따라 전면 책임감리비가 필요하다고 인정하는 공사

〈부록 표-9〉 토목공사

구분	단순한 공종	보통의 공종	복잡한 공종
해 상 공 종	<ul style="list-style-type: none"> - 구조물이 없는 일반 부지 조성 - 하천제방, 호안, 하도 - 도로(국도, 지방도, 고속도로를 제외) - 상·하수관거 - 우수구거 - 포장보수 - 준설 및 매립 - 보통 조정 	<ul style="list-style-type: none"> - 장대교량(200m 이상)이나 터널이 없는 도로(도시가로, 국도, 지방도 또는 고속도로), 철도, 지하철 - 600mm 이상 하수관거 - 400mm 이상 상수관거 - 단순구조의 방파제, 접안시설 - 하수도 및 수로터널 - 공동구, 교량 등 구조물이 있는 부지조성 - 공항활주로 - 하천수문 및 통문 - 대형 조정구조물 - 기타 단순한 공종, 복잡한 공종에 해당하지 아니한 시설 	<ul style="list-style-type: none"> - 비대칭으로 구조가 복잡한 교량 - 장대교량이나 터널이 있는 도로, 철도, 지하철 - 대구경 터널공사, 입체교차로 - 하구언, 감문, 댐 - 정수장, 하수 및 오·폐수처리장 - 배수 및 양수펌프장 - 복잡한 구조의 방파제, 접안시설 - 대형구조물 기초공사 - 대형구조물 개축 - 수중 구조물

자료 : 국토해양부, 「건설공사 감리대가기준」, 국토해양부 고시 제2012-548호

〈부록 표-10〉 건축공사

구분	단순한 공종	보통의 공종	복잡한 공종
해 상 공 종	<ul style="list-style-type: none"> - 공장 - 창고시설 - 주차장 등 자동차 관련 시설 - 축사 등 동물관련 시설 - 종묘배양시설 등 식물 관련시설 	<ul style="list-style-type: none"> - 공동주택 - 기숙사 - 근린생활시설 - 소방서, 우체국 등 근린 공공시설 - 종교시설 - 유치원, 노인복지시설 등 노유자시설 - 학교, 교육원 등 교육연구시설 - 묘지관련시설 - 업무시설 - 숙박시설 - 교도소 등 교정시설 - 판매시설 - 유스호스텔 등 청소년 시설 - 기타 단순 또는 복잡한 공종에 해당하지 아니하는 용도 	<ul style="list-style-type: none"> - 체육관, 운동장 등 운동시설 - 공연장 등 관람집회시설 - 박물관 등 전시시설 - 의료시설 - 공항·여객자동차 터미널 등 운수시설 - 방송국등 방송·통신 시설 - 분뇨·쓰레기처리 시설 - 관광휴게시설 중 관망탑

주 : 공종별 건축물의 내용은 건축법시행령 별표 1의 건축물의 용도분류에서 정하는 바에 따름

자료 : 국토해양부, 「건설공사 감리대가기준」, 국토해양부 고시 제2012-548호

3) 건설사업관리(CM) 위탁 : 건설기술관리법의 건설사업관리 대가기준 요율

발주청은 건설기술관리법 제22조의2에 의해 건설공사를 효율적으로 수행하기 위하여 필요하면 다음 중 해당하는 건설공사에 대한 건설사업관리를 위탁하여 시행할 수 있다. 이는 감리비용을 포함하는 것으로 본다.

- ① 공항·철도·발전소·댐 또는 플랜트 등 대규모 복합공종(複合工種)의 건설공사
- ② 설계·시공관리의 난이도가 높아 특별한 관리가 필요한 건설공사
- ③ 발주청의 기술인력이 부족하여 원활한 공사관리가 어려운 건설공사
- ④ ①~③의 규정 외의 건설공사로서 그 건설공사의 원활한 수행을 위하여 발주청이 필요하다고 인정하는 건설공사

건설사업관리의 대가요율 국토해양부 고시에 따르며, 공사의 특성에 따라 $\pm 10\%$ 이내에서 가감할 수 있다. 공사비가 요율표 중간에 있을 때의 요율은 직선보간법으로 산정한다.

〈부록 표-11〉 건설사업관리 대가요율

공사비 (억원)	설계전 단계(%)	설계 및 시공단계			시공 후 단계(%)
		기본설계단계(%)	실시설계단계(%)	시공단계(%)	
100	0,206	0,275	0,549	10,383	0,156
200	0,170	0,227	0,453	8,193	0,123
300	0,156	0,208	0,416	7,083	0,106
400	0,147	0,196	0,391	6,396	0,096
500	0,140	0,186	0,373	5,893	0,088
700	0,134	0,179	0,358	5,299	0,079
1000	0,130	0,173	0,345	4,724	0,071
1500	0,125	0,167	0,333	4,214	0,063
2000	0,122	0,162	0,323	3,787	0,057

주 : 보통공종 기준으로 산출한 것임.

자료 : 국토해양부, 「건설사업관리 대가기준」, 국토해양부 고시 제2012-567호

3. CVM을 통한 WTP의 추정 모형

1) 기본적인 WTP 모형

DC-CVM 모형의 운용을 통해 얻어진 자료를 분석하여 WTP의 대표값을 분석할 수 있는 모형은 크게 Hanemann(1984)이 제안한 효용격차모형(utility difference model)과 Cameron and James(1987)가 제안한 WTP 함수 접근법의 2가지가 있다. McConnell(1990)은 흥미로운 연구결과를 제시하고 있는데 주요 내용에 따르면, 이 두 가지 접근법이 서로 쌍대(duality)의 관계에 있어 어느 방법을 사용하느냐 하는 것은 옳고 그름의 문제가 아니라 단지 연구자의 스타일의 문제라는 것이다. 따라서 두 접근법 중의 하나를 연구자가 적절하게 선택하여 사용하면 되는 것으로 인식되었다.

하지만 효용격차모형이 효용이론에 보다 부합한다는 지적이 많이 제기되면서 거의 대부분의 실증연구에서 WTP 함수 접근법보다 효용격차모형이 활용되고 있다. 이 모형의 운용은 다음의 절차를 따른다. 우선 제시된 금액에 대해 지불의사가 있는지 여부를 묻는 질문에 대한 응답을 모형화한다. 즉, ‘예’ 또는 ‘아니오’의 이산응답을 모형화한 후 최우추정법을 통해 관련된 모수들을 추정한다. 다음 단계로 분포의 성격과 평균값 또는 중앙값의 정의를 이용하여 WTP의 평균값 또는 중앙값을 계산한다.

응답자가 자신의 효용함수를 정확하게 알고, 주어진 화폐소득(m)과 개인의 특성벡터(S)에 근거하여 공공재의 상태(j)에 대해 느끼는 효용은 다음과 같은 간접효용함수 u 로 표현될 수 있다.

$$u = u(j, m; S), \quad j = 0, 1$$

여기서, $j = 0$ 은 공공재를 이용할 수 없거나 공공재가 보존되지 않는 상태를 의미하며 $j = 1$ 은 공공재를 이용할 수 있거나 공공재가 보존되는 상태를 뜻한다. 그런데 연구자에게는 응답자가 측정대상 공공재의 상태 변화를 선택 또는 거부하는 데 있어 관측이 불가능한 부분이 존재한다. 따라서 간접효용함수는 다음과 같이 관측 가능한 확정적인 부분 $v(j, m; S)$ 와 관측 불가능한 확률적 부분 ϵ_j 로 구성된다.

$$u(j, m; S) = v(j, m; S) + \epsilon_j$$

간접효용함수에 영향을 미치는 확률적 성분인 ϵ_j 는 j 에 상관없이 독립적이면서 동일한 분포를 갖는(independently and identically distributed) 확률변수로 평균이 0이다. 각 개인이 효용을

최대화한다고 가정하자. 그렇다면 각 개인은 다음의 조건을 만족할 때, “당신은 공공재의 이용을 위해 또는 공공재의 보존을 위해 A 를 지불할 의사가 있습니까?”란 질문에 대해 “예”라고 대답하면서 A 를 기꺼이 지불함으로써 효용을 최대화한다.

$$v(1, m - A; S) + \epsilon_1 \geq v(0, m; S) + \epsilon_0$$

또는

$$v(1, m - A; S) - v(0, m; S) \geq \epsilon_0 - \epsilon_1$$

이제 효용의 격차와 오차항의 격차를 다음과 같이 정의한다.

$$\Delta v(A) \equiv v(1, m - A; S) - v(0, m; S)$$

$$\eta \equiv \epsilon_0 - \epsilon_1$$

그렇다면 “예”라고 응답할 확률은 다음과 같이 표현된다.

$$\Pr\{\text{응답이 “예”}\} = \Pr\{\Delta v(A) \geq \eta\} \equiv F_\eta[\Delta v(A)]$$

여기서 $F_\eta(\cdot)$ 은 η 의 누적분포함수(cdf, cumulative distribution function)이다. “예”란 응답은 $\Delta v \geq 0$ 일 때 관측되며, “아니오”란 응답은 $\Delta v < 0$ 일 때 관측된다. 지금부터 C 로 표기할 WTP는 확률변수로서 이의 cdf는 $G_C(A)$ 로 정의된다. 한편 앞의 다음과 같이 다르게 표현될 수 있다.

$$\Pr\{\text{응답이 “예”}\} = \Pr\{C \geq A\} \equiv 1 - G_C(A)$$

따라서 다음의 관계식을 유도된다.

$$1 - G_C(A) \equiv F_\eta[\Delta v(A)]$$

이 결과는 이산반응모형을 적합시키는 것이 곧 WTP의 분포함수인 $G_C(\cdot)$ 의 모수를 추정하는 것으로 해석될 수 있다는 점을 시사한다. 이때 C 는 $j = 0$ 상태에서 $j = 1$ 의 상태로 변화하기 위한 WTP이다. C 가 음의 값도 가질 수 있을 때의 평균(C^+)은 흔히 다음과 같이 계산된다.

$$C^+ = E(C) = \int_0^\infty [1 - G_C(A)] dA - \int_{-\infty}^0 G_C(A) dA$$

또한 중앙값 $WTP(C^*)$ 는 다음의 방정식을 C 에 대해 풀으로써 구할 수 있다.

$$G_C(C) = 0.5$$

만약 WTP 가 0보다 크거나 같아야 한다면, 이때의 평균값 $WTP(C^{++})$ 는 다음과 같이 계산된다.

$$C^{++} = \int_0^{\infty} [1 - G_C(A)] dA$$

2) 단일경계 모형

실증연구에서 가장 널리 사용되고 있는 효용격차모형은 단일경계 모형의 경우 Hanemann (1984)에 근거한다. N 명의 응답자에 대해 단일경계 모형의 로그-우도함수는 다음과 같이 표현된다.

$$\ln L = \sum_{i=1}^N \{I_i^Y \ln [1 - G_C(A_i)] + I_i^N \ln G_C(A_i)\}$$

여기서 I_i^Y 및 I_i^N 은 다음과 같이 정의되는데, $\mathbf{1}(\cdot)$ 은 인디케이터함수로 괄호 안의 내용이 참이면 1의 값을 가지며 거짓이면 0의 값을 가진다.

$$\begin{cases} I_i^Y = \mathbf{1}(i\text{번째 응답자의 응답이 “예”}) \\ I_i^N = \mathbf{1}(i\text{번째 응답자의 응답이 “아니오”}) \end{cases}$$

3) 이중경계 모형

이중경계 모형은 Hanemann et al.(1991)에 근거한다. i 번째 응답자는 첫 번째 제시금액(A_i)을 지불할 지 여부에 대해 “예” 혹은 “아니오”로 응답한다. “예”라고 응답한 응답자에게 제시되는 두 번째 금액과 “아니오”라고 응답한 응답자에게 제시되는 두 번째 금액은 각각 A_i^H 및 A_i^L 로 표시한다. 아울러 WTP 질문에 대한 응답을 간단하게 나타내기 위해 다음과 같이 몇 가지 변수를 더 정의한다.

$$\begin{cases} I_i^{YY} = \mathbf{1}(i\text{번째 응답자의 응답이 “예-예”}) \\ I_i^{YN} = \mathbf{1}(i\text{번째 응답자의 응답이 “예-아니오”}) \\ I_i^{NY} = \mathbf{1}(i\text{번째 응답자의 응답이 “아니오-예”}) \\ I_i^{NN} = \mathbf{1}(i\text{번째 응답자의 응답이 “아니오-아니오”}) \end{cases}$$

앞서 언급하였듯이, $\mathbf{1}(\cdot)$ 은 인디케이터함수로 괄호 안의 조건이 만족되면 1의 값을 취하고 만족되지 않으면 0의 값을 갖는다. 예를 들어, I_i^{YY} 는 i 번째 응답자의 응답이 “예-예”이면 1이고, 아니면 0의 값을 취한다. 이제 효용극대화를 추구하는 응답자 N 명의 표본을 가정할 경우 i 번째 응답자의 응답결과를 구분하여 다음과 같이 로그-우도함수를 구성할 수 있다.

$$\ln L = \sum_{i=1}^N \left\{ I_i^{YY} \ln [1 - G_C(A_i^H)] + I_i^{YN} \ln [G_C(A_i^H) - G_C(A_i)] \right. \\ \left. + I_i^{NY} \ln [G_C(A_i) - G_C(A_i^L)] + I_i^{NN} \ln G_C(A_i^L) \right\}$$

4) 1.5경계 모형

1.5경계 모형 적용 시 i 번째 응답자가 응답하는 상황은 다음과 같이 6개의 변수를 도입하여 묘사할 수 있다. 처음의 3개는 첫 번째 질문에서 A^L 을 제시한 경우에 해당하며, 뒤의 3개는 첫 번째 질문에서 A^U 를 제시한 경우에 해당한다.

$$\begin{cases} I_i^{YY} = \mathbf{1}(i\text{번째 응답자의 응답이 “예-예”}) \\ I_i^{YN} = \mathbf{1}(i\text{번째 응답자의 응답이 “예-아니오”}) \\ I_i^N = \mathbf{1}(i\text{번째 응답자의 응답이 “아니오”}) \\ I_i^Y = \mathbf{1}(i\text{번째 응답자의 응답이 “예”}) \\ I_i^{NY} = \mathbf{1}(i\text{번째 응답자의 응답이 “아니오-예”}) \\ I_i^{NN} = \mathbf{1}(i\text{번째 응답자의 응답이 “아니오-아니오”}) \end{cases}$$

이제 효용극대화를 추구하는 N 명의 표본을 가정할 경우 i 번째 응답자의 응답결과를 6개로 구분하여 다음과 같이 로그-우도함수를 구성할 수 있다.

$$\ln L = \sum_{i=1}^N \left\{ \begin{aligned} &I_i^{YY} \ln [1 - G_C(A_i^U)] \\ &+ I_i^{YN} \ln [G_C(A_i^U) - G_C(A_i^L)] \\ &+ I_i^N \ln G_C(A_i^L) \\ &+ I_i^Y \ln [1 - G_C(A_i^U)] \\ &+ I_i^{NY} \ln [G_C(A_i^U) - G_C(A_i^L)] \\ &+ I_i^{NN} \ln G_C(A_i^L) \end{aligned} \right\}$$

그런데 이 식을 좀 더 들여다보면 다음과 같이 보다 간단하게 정리됨을 알 수 있으므로, 실제 추정 시에는 다음 식을 이용한다.

$$\ln L = \sum_{i=1}^N \left\{ \begin{aligned} &(I_i^{YY} + I_i^Y) \ln[1 - G_C(A_i^U)] \\ &+ (I_i^{YN} + I_i^{NY}) \ln[G_C(A_i^U) - G_C(A_i^L)] \\ &+ (I_i^N + I_i^{NN}) \ln G_C(A_i^L) \end{aligned} \right\}$$

5) 평균 WTP의 추정

통상적인 관례에 따라, $F_{\eta}(\cdot)$ 를 로지스틱(logistic) 누적분포함수로 정형화하고 이것을 $\Delta = a - bA$ 와 결합하면 WTP의 누적분포함수는 다음의 형태를 취하게 된다.

$$G_C(A) = [1 + \exp(a - bA)]^{-1}$$

WTP의 평균값과 중앙값은 다음과 같이 구할 수 있다. 첫 번째 식은 일반적 의미에서의 평균 값이며, 두 번째 식은 음의 부분이 잘렸다는 측면에서 절단된 평균값(truncated mean)이 된다.

$$C^+ = C^* = a/b$$

$$C^{++} = (1/b) \ln [1 + \exp(a)]$$