

최종보고서

통합환경관리제도 도입검증 및 효과분석 시범사업

2013. 12



차 례

제1장 서론	1
1. 연구 배경 및 목적	1
2. 연구 내용 및 방법	2
2.1. 연구 내용	2
제2장 연구방법	5
1. 국내 오염배출시설 관리체계 현황 및 문제점	5
1.1. 일반 허가(신고)제도	5
1.2. 현행 허가제도 운영체계	7
1.3. 현행 허가제도 문제점	10
2. 국외 오염배출시설 관리체계 현황 및 특성	18
2.1. EU의 허가제도	18
2.2. 영국의 허가제도	23
제3장 통합환경관리제도	60
1. 통합환경관리제도 도입의 필요성 및 특성	60
1.1 제도도입의 필요성 및 정의	60
1.2. 통합허가체계	62
2. 통합허가에 필요한 양식 및 기술정보시스템	78
2.1. 통합허가서 및 관련 양식	78
2.2. 통합 허가 신청서	93
2.3. 통합환경관리계획서(안)	95
2.4. 국외 자료 비교 및 영향평가서, 허가서, 국내법 비교	101
2.5. 통합환경관리 허가서	109
3. 통합허가 지침서	112
4. 기술정보시스템	114
4.1. 개요	114
4.2. 기술정보시스템의 주요 메뉴구성	115
4.3. 기술정보시스템의 운영 흐름	116
4.4. 기술정보시스템의 주요 화면 및 설명	120
5. 제도도입에 따른 장애요인 분석	129
5.1. 제도도입에 따른 문제점 도출	129
5.2. 쟁점사항	129

제4장 시범사업장 기술조사 및 분석결과	143
1. 발전산업 현황	153
1.1 국내외 발전산업 일반현황	153
1.2. 국내외 발전용 가용 에너지원	154
1.3. 국내 발전시설 현황	155
1.4. 전세계 국가들의 연료별 발전량과 구성	160
2. 열병합발전시설 설치 및 가동 현황	161
2.1. 주요 공정도	161
2.2. 주요 설비구성	162
2.3. 연차별 설치 현황	164
2.4. 설치용량별 사업장 개소수 및 목록	166
2.6. 연료별 가동율 및 연료사용량 현황	171
2.7. 연료사용 및 에너지 생산현황	174
2.9. 열병합발전소 신고업종 현황	177
2.10. 고체연료 사용 열병합발전시설 인허가 세부현황	178
3. 열병합발전시설의 연소시설 설비구성 및 현황	180
3.1. 연료별 주요시설 구성	180
3.2. 연료별 운영공정 및 계통	181
3.3. 연도별 연소시설 운전용량 현황	185
4. 열병합발전시설의 방지시설 설비구성 및 현황	187
4.1. 방지설비 종류	187
4.2. 주요 오염물질 및 관리방안	220
4.3. 방지시설 설치 현황	221
4.4. 대기오염 방지시설 연도별 설치 및 운영 용량	223
4.5. 수처리시설 및 투입 약품	225
4.6. 수처리시설 관련 주요 약품사용량	226
4.7. 저장시설 연도별 현황	227
5. 열병합발전시설의 배출오염 현황	228
5.1. 연소시설 연도별 배출유량 현황	228
5.2. 유연탄 사용시설의 주요 대기오염물질 배출농도 현황	230
5.3. LNG 사용시설의 주요 대기오염물질 배출농도 현황	232
5.4. B-C유 사용시설의 주요 대기오염물질 배출농도 현황	234
5.5. 연소시설의 매체별 대기오염물질 연간배출량 현황	235
5.6. 연료 저장시설의 매체별 대기오염물질 연간배출량 현황	236
5.7. 열병합발전시설 세부시설별 연간 먼지배출량 현황	237
5.8. 열병합발전시설 연료별 주요 대기오염물질 배출농도 현황	238
5.9. 기타 오염물질 배출 현황	238
5.10. 악취, 소음 및 진동 현황	240
5.11. 수처리 분야	240

6. 시범사업장 선정기준 및 주요 현황	241
6.1. 시범사업장 주요 선정기준	241
6.2. 시범사업장 선정과정	241
6.3. 시범사업장 세부 선정기준	242
6.4. 시범사업장 주요 현황	243
7. 설문 조사	264
7.1. 설문 대상	264
7.2. 설문 회신율	264
7.3. 설문결과 분석	264
제5장 제도도입에 따른 영향평가	262
1. 제도도입에 따른 규제 영향 평가	283
1.1. 경제성 분석의 필요성 및 개요	283
1.2. 제도도입에 따른 대기/수질오염물질 배출량 변화 시나리오	291
1.3. 편익분석	330
1.4. 비용분석	364
1.5. 비용·편익 분석 결과	389
1.6. 소결	392
2. 발전업종 경제성 분석	393
2.1. 발전업종의 현황분석	393
2.2. EU의 발전업종 IPPC 영향 평가	402
2.3. 발전업종 경제성분석을 위한 기준선 및 정책 시나리오	416
2.4. 발전업종 통합환경관리제도 도입에 따른 편익분석	426
2.5. 발전업종 통합환경관리제도 도입에 따른 비용분석	438
2.6. 비용·편익 분석 결과	450
2.7. 소결	451
제6장 최종 결론	452
1. 중간 연구결과 결론	452
2. 향후 추진계획	453
참 고 문 헌	455

표 차 례

〈표 2-1〉 주요 매체별 인허가 현황 및 관련 법률	8
〈표 2-2〉 1971년 「공해방지법」에 따른 단일 허가신청서와 허가증	9
〈표 2-3〉 현행 허가제도의 문제점	11
〈표 2-4〉 폐기물처리업체의 다수 인허가 발급 현황 사례	12
〈표 2-5〉 다매체 허가 대상 현황(경기도 사례)	12
〈표 2-6〉 업종별 적용기준 비교	13
〈표 2-7〉 대표적인 비산배출물 현황 비교	13
〈표 2-8〉 유럽 IPPC지침의 부칙I에 규정된 규제대상 산업	19
〈표 2-9 환경허가 관련 주요법령〉	24
〈표 2-10 영국의 환경허가 안내서〉	27
〈표 2-11〉 영국의 환경 허가 종류	27
〈표 2-12〉 영국의 신청서 종류	28
〈표 2-13〉 영국의 허가신규 신청시 제출서류	29
〈표 2-14 허가대상별 근거자료 내용〉	29
〈표 2-15〉 영국의 맞춤형허가 신청서에 포함되어야 하는 내용〉	32
〈표 2-16〉 신청서 적합성 검토사항	33
〈표 2-17〉 환경위해성평가 단계	33
〈표 2-18〉 Beddington ERF의 허가일정	37
〈표 2-19〉 영국의 허가 신청서 내용 검토	38
〈표 2-20〉 임미시온방지법 상 허가의 대상	43
〈표 2-21〉 독일 함부르크시 석탄화력발전소 허가서 개요	46
〈표 2-22〉 노스캐롤라이나주의 수수료 규정	53
〈표 3-1〉 통합환경관리제도 대상 인허가	61
〈표 3-2〉 통합허가절차 세부내용 및 소요기간	71
〈표 3-3〉 기술검토 절차	73
〈표 3-4〉 통합환경관리제도 대상 인허가	76
〈표 3-5〉 대기 및 폐수배출시설 허가(신고) 신청서	79
〈표 3-6〉 임미시온방지법 제9차 시행령에 따른 허가신청서 내용 및 첨부서류	86
〈표 3-7〉 연방이미시온방지법에 따른 허가신청서 서식(헤센주)	88
〈표 3-8〉 NPDES 신청서 서식의 종류	91
〈표 3-9〉 신청서 서식별 요구정보	92
〈표 3-10〉 국내외 허가서 비교	103
〈표 3-11〉 통합환경관리제도 대상 인허가	130
〈표 3-12〉 시설규모가 정해져 있는 EU 시설 현황	135
〈표 3-13〉 통합환경관리제도 대상 인허가	136
〈표 3-14〉 매체별 배출관리 대상시설 설정기준	137

〈표 3-15〉 매체별 허가제도의 갱신여부	138
〈표 3-16〉 영국의 매체별 허가재검토 기간	141
〈표 3-17〉 미국의 갱신제도	143
〈표 3-18〉 독일의 배출허용기준 만족 기준	149
〈표 3-19〉 현행 배출허용기준 초과 판정 기준	150
〈표 3-20〉 자가측정 횟수	151
〈표 4-1〉 우리나라 연료별 전기에너지 생산량(2012)(단위: %)	157
〈표 4-2〉 열병합발전시설의 방지시설 등 주요 설비 현황	162
〈표 4-3〉 고체연료 사용 열병합발전 사업장 현황	167
〈표 4-4〉 기체연료 사용 열병합발전 사업장 현황	167
〈표 4-5〉 액체연료 사용 열병합발전 사업장 현황	168
〈표 4-6〉 열병합발전시설에 사용되는 유연탄의 성분분석	170
〈표 4-7〉 열병합발전시설에 사용되는 LNG의 성분분석	171
〈표 4-8〉 열병합발전분야 연료별 가동율(2011)	171
〈표 4-9〉 열병합발전분야 연료별 운전용량 현황(2011)(단위: ton/hr)	173
〈표 4-10〉 2012년도 열병합발전소 신고업종 현황	177
〈표 4-11〉 관할기관에 신청하는 신고서 및 허가서	178
〈표 4-12〉 연료별 열병합발전소 주요시설 구성 현황	181
〈표 4-13〉 열병합발전분야 연도별 연소시설 시공 및 운전용량 현황(단위: ton/hr)	185
〈표 4-14〉 집진장치 종류 및 특징	188
〈표 4-15〉 각종 여포재의 성질	197
〈표 4-16〉 황산화물 배출저감기술 개요	202
〈표 4-17〉 강제 산화와 자연 산화의 비교	204
〈표 4-18〉 2012년도 열병합발전분야 기술 종류별 방지시설 수 현황(단위: 개소)	222
〈표 4-19〉 열병합발전분야 대기오염방지시설 연도별 운영용량 현황(단위: m ³ /hr)	223
〈표 4-20〉 열병합발전분야 저장시설 설치 연도별 저장용량 현황(단위: m ³ /hr)	228
〈표 4-21〉 열병합발전분야 연소시설 설치 연도별 배출유량 현황(단위: Sm ³ /hr)	229
〈표 4-22〉 유연탄 사용시설의 주요 대기오염물질 배출농도 현황	230
〈표 4-23〉 LNG 사용시설의 주요 대기오염물질 배출농도 현황	233
〈표 4-24〉 B-C유 사용시설의 주요 대기오염물질 배출농도 현황	234
〈표 4-25〉 연소시설의 매체별 대기오염물질 연간배출량(단위: kg/year)	235
〈표 4-26〉 연료저장시설의 매체별 대기오염물질 연간배출량 현황(단위: kg/yr)	236
〈표 4-27〉 열병합발전시설 시설별 연간 먼지배출량 현황(단위: kg/년)	237
〈표 4-28〉 열병합발전시설 연료별 주요 대기오염물질 배출농도 현황(단위: ppm)	238
〈표 4-29〉 시범사업장 일반현황	257
〈표 4-30〉 시범사업장 대기분야 일반현황	257
〈표 4-31〉 시범사업장 수질분야 인허가 및 신고사항	258
〈표 4-32〉 시범사업장 기타분야 신고사항	258
〈표 4-33〉 시범사업장 오염물질 발생량	259
〈표 4-34〉 시범사업장 연료 및 원료 사용량	259

〈표 4-35〉 시범사업장 수질분야 배출허용기준 및 자가처리 결과 비교	260
〈표 4-36〉 연료별 열병합발전소 주요시설 구성 현황	266
〈표 4-37〉 유연탄 사용 주요사업장의 연차별 먼지 배출농도 현황(2002~2011) ·	267
〈표 4-38〉 유연탄 사용 주요사업장의 연차별 SOX 배출농도 현황(2002~2011)	268
〈표 4-39〉 유연탄 사용 주요사업장의 연차별 NOX배출농도 현황(2002~2011) ·	269
〈표 4-40〉 LNG 사용 주요사업장의 연차별 NOX 배출농도 현황(2002~2011) ·	270
〈표 4-41〉 B-C유 사용 주요사업장의 연차별 먼지 배출농도 현황(2002~2011) ·	271
〈표 4-42〉 B-C유 사용 주요사업장의 연차별 SOX 배출농도 현황(2002~2011)	272
〈표 4-43〉 B-C유 사용 주요사업장의 연차별 NOX 배출농도 현황(2002~2011)	273
〈표 4-44〉 특정대기유해물질 배출허용기준 및 자가측정 현황(2013 설문조사)	275
〈표 4-45〉 특정수질유해물질 배출허용기준 및 자가측정 현황(2013 설문조사)	277
〈표 4-46〉 특정대기유해물질 배출허용기준 및 자가측정 현황(2013 설문조사)	279
〈표 4-47〉 원수 및 배출수 내 특정수질유해물질 분석비교(2013 설문조사)	281
〈표 5-1〉 통합환경관리제도 도입에 따른 편익과 비용요약	288
〈표 5-2〉 통합환경관리제도 도입에 따른 편익항목과 주요 내용	289
〈표 5-3〉 사업장 규모별 구분(대기환경보전법 시행령 별표1)	291
〈표 5-4〉 연도별 대기오염물질 배출시설 현황	292
〈표 5-5〉 사업장의 규모별 구분(수질 및 수생태계보전에 관한 법률 시행령 별표13)	292
〈표 5-6〉 연도별 수질오염물질 배출시설 추이	293
〈표 5-7〉 연도별 산업부문 대기오염물질 배출량 비중	294
〈표 5-8〉 연도별 대기오염물질 배출량 (1-3종 사업장)	294
〈표 5-9〉 연도별 산업부문 수질오염물질 방류량 비중	295
〈표 5-10〉 연도별 폐수 발생·방류량 및 BOD 부하량	295
〈표 5-11〉 연도별 1-3종 특정대기유해물질 배출량	296
〈표 5-12〉 연도별 1-3종 특정대기유해물질 배출량	296
〈표 5-13〉 연도별 특정수질유해물질 폐수량 및 부하량	297
〈표 5-14〉 연도별 특정수질오염물질 배출허용기준과 배출농도	298
〈표 5-15〉 주요 산업별, 연도별 GDP 추계	313
〈표 5-16〉 최종 에너지 부문별 수요 전망	314
〈표 5-17〉 온실가스(에너지연소+산업공정)	314
〈표 5-18〉 오염매체별 오염배출량 Baseline 시나리오 추계 결과(2016~2030년)	315
〈표 5-19〉 통합환경관리제도 도입에 따른 대기오염물질 배출량 전망: Policy 시나리오	319
〈표 5-20〉 오염매체별 오염배출량 Policy 시나리오 추계 결과 : 2016~2030년	320
〈표 5-21〉 통합환경관리제도 시행에 따른 NO _x 예상 감소량	321
〈표 5-22〉 통합환경관리제도 시행에 따른 SO _x 예상 감소량	322
〈표 5-23〉 통합환경관리제도 시행에 따른 PM ₁₀ 예상 감소량	323
〈표 5-24〉 통합환경관리제도 시행에 따른 VOC 예상 감소량	324

〈표 5-25〉 통합환경관리제도 시행에 따른 NH ₃ 예상 감소량	325
〈표 5-26〉 통합환경관리제도 시행에 따른 CO ₂ 예상 감소량	326
〈표 5-27〉 제도 도입여부에 따른 정책기간 동안의 폐수처리량 시나리오	327
〈표 5-28〉 통합환경관리제도 시행에 따른 폐수처리 증가량	328
〈표 5-29〉 제도 도입여부에 따른 정책기간 동안의 BOD 배출량 시나리오	329
〈표 5-30〉 통합환경관리제도 시행에 따른 BOD 예상 감소량	329
〈표 5-31〉 대기오염물질 종류별 환경영향	334
〈표 5-32〉 비시장재의 가치평가방법의 분류	337
〈표 5-33〉 제도도입으로 예측되는 대기오염물질 누적 감소량	340
〈표 5-34〉 2010년 수도권 단위배출량당 PM _{2.5} 오염농도 기여도	341
〈표 5-35〉 통합환경관리제도 도입으로 인한 대기오염농도 누적 변화량	342
〈표 5-36〉 대기오염 관련 조기사망 및 환경성 질환 반응함수 및 발생율	344
〈표 5-37〉 건강영향별 피해비용 단위 값 (unit value)	346
〈표 5-38〉 환경성 질환별 소득탄력성 추정치와 GDP 성장률을 고려한 조정계수 ..	346
〈표 5-39〉 CO ₂ 배출량 감소에 따른 톤당 사회적 비용	347
〈표 5-40〉 제도시행으로 예상되는 대기오염감소 편익의 현재가치	348
〈표 5-41〉 연도별 폐수처리량 및 공사실적	349
〈표 5-42〉 연도별 공업용수 재이용량 및 재이용 편익	350
〈표 5-43〉 제도시행으로 예상되는 수질감소 편익의 현재가치	351
〈표 5-44〉 차세대 핵심 환경기술 개발사업 투자현황	352
〈표 5-45〉 차세대 핵심 환경기술 개발사업 세부 투자현황	352
〈표 5-46〉 차세대 핵심 환경기술 개발사업 연도별 투자 및 상용화 실적 현황	353
〈표 5-47〉 국가 환경 R&D 사업의 진화과정	353
〈표 5-48〉 차세대 에코이노베이션 환경기술개발사업의 투자성과예측	354
〈표 5-49〉 사업장별 환경관리인의 자격기준	355
〈표 5-50〉 2010년 환경기술자격 취득자 현황	355
〈표 5-51〉 2010년 1-3종 사업장별 오염방지 관리를 위한 인력수급현황	356
〈표 5-52〉 오염방지 관리를 위한 신규인력 및 고용창출액	357
〈표 5-53〉 대기 및 수질오염방지 기술검토를 위한 필요 인력	357
〈표 5-54〉 통합환경관리 대상업종 및 연간 허가대행 건수	358
〈표 5-55〉 통합환경관리 대상 업종 허가대행을 위한 필요 인력	358
〈표 5-56〉 환경 R&D 부문 일자리 창출	359
〈표 5-57〉 EMAS에 따른 비용과 잠재적 연간 효율성에 따른 절약	360
〈표 5-58〉 제도시행으로 예상되는 기타 편익의 현재가치	364
〈표 5-59〉 통합환경관리제도제도 도입에 따른 직접적 사회비용	369
〈표 5-60〉 BOD 1천kg/년 저감을 위한 투자비용	371
〈표 5-61〉 오염매체별 톤(ton) 당 처리비용	372
〈표 5-62〉 오염매체별 톤(ton) 당 처리비용: 2010년 불변가격	372
〈표 5-63〉 통합환경관리제도를 도입하는 경우 수질개선을 위한 총투자비용 ..	373
〈표 5-64〉 통합환경관리제도를 도입하는 경우 SO _x 배출량 저감을 위한 총투자비용	

.....	375
〈표 5-65〉 SO _x 오염저감비용의 오염 저감량에 대한 탄력성	377
〈표 5-66〉 통합환경관리제도를 도입하는 경우 NO _x 배출량 저감을 위한 총투자비용	378
.....	378
〈표 5-67〉 NO _x 오염저감비용의 오염 저감량에 대한 탄력성	379
〈표 5-68〉 통합환경관리제도를 도입하는 경우 PM ₁₀ 배출량 저감을 위한 총투자비용	380
.....	380
〈표 5-69〉 PM ₁₀ 오염저감비용의 오염 저감량에 대한 탄력성	381
〈표 5-70〉 통합환경관리제도를 도입하는 경우 VOC 배출량 저감을 위한 총투자비용	381
.....	381
〈표 5-71〉 통합환경관리제도를 도입하는 경우 NH ₃ 배출량 저감을 위한 총투자비용	383
.....	383
〈표 5-72〉 통합환경관리제도를 도입하는 경우 CO ₂ 배출량 저감을 위한 총투자비용	384
.....	384
〈표 5-73〉 통합환경관리제도를 도입하는 경우 대기질 개선을 위한 총투자비용	386
〈표 5-74〉 통합환경관리제도를 도입하는 경우 수질개선을 위한 총투자비용	387
〈표 5-75〉 통합환경관리제도를 도입하는 경우 대기질 개선을 위한 총투자비용	387
〈표 5-76〉 통합환경관리제도를 도입하는 경우 정부의 인허가비용과 기업의 순응비용	388
.....	388
〈표 5-77〉 통합환경관리제도를 도입하는 경우 총비용 현재가치	389
〈표 5-78〉 비용·편익분석의 결과: 5.5% 사회적 할인율 적용	391
〈표 5-79〉 BAT 기반 통합환경관리제도의 경제성 평가	392
〈표 5-80〉 발전업종 명목 GDP 추이	393
〈표 5-81〉 발전업종 산출액 추이	395
〈표 5-82〉 발전업종 수출액 추이	396
〈표 5-83〉 발전업종의 고용인원 추이	396
〈표 5-84〉 발전(전력) 설비, 발전량 및 1인당 생산량·소비량 추이	397
〈표 5-85〉 부문별 최종 에너지 소비	398
〈표 5-86〉 부문별 최종 에너지 소비량 연평균 증가율	399
〈표 5-87〉 전국 발전시설 대기오염물질 배출량 추이	400
〈표 5-88〉 BREF의 역할	410
〈표 5-89〉 위원회 제안에 따른 행정적 부담	410
〈표 5-90〉 산업부문에서의 BAT 적용 기여도	414
〈표 5-91〉 LCP에서의 BAT 적용 기여도	414
〈표 5-92〉 NEC 기준선 대비 IPPC 시행에 따른 편익·비용(B/C)비율	415
〈표 5-93〉 주요 산업별, 연도별 GDP 추계	419
〈표 5-94〉 최종 에너지 부문별 수요 전망	420
〈표 5-95〉 온실가스(에너지연소+산업공정)	421
〈표 5-96〉 발전업종 정책기간동안 오염매체별 기준선 예측결과	421
〈표 5-97〉 통합환경관리제도 도입에 따른 대기오염물질 배출량 전망: Policy 시나리오	421

.....	422
〈표 5-98〉 오염매체별 발전업종 오염배출량 정책시나리오 예측결과	423
〈표 5-99〉 통합환경관리제도 도입으로 예측되는 대기오염물질 누적감소량	428
〈표 5-100〉 2010년 수도권 단위배출량당 PM2.5 오염농도 기여도	429
〈표 5-101〉 통합환경관리제도 도입으로 인한 대기오염농도 변화량	429
〈표 5-102〉 대기오염 관련 조기사망 및 환경성 질환 반응함수 및 발생율	430
〈표 5-103〉 건강영향별 피해비용 단위 값 (unit value)	431
〈표 5-104〉 환경성 질환별 소득탄력성 추정치와 GDP 성장률을 고려한 조정계수	432
〈표 5-105〉 CO2 배출량 감소에 따른 톤당 사회적 비용	433
〈표 5-106〉 제도시행으로 예상되는 대기오염감소 편익의 현재가치	433
〈표 5-107〉 통합환경관리제도 도입에 의해 에너지 투입량 절감이 가능한 산업부문	436
〈표 5-108〉 연도별 잠재성장률 추이: 2016-2030년	437
〈표 5-109〉 연도별 비용절감 규모: 2016-2030	438
〈표 5-110〉 오염매체별 톤(ton) 당 처리비용: 2010년 불변가격	439
〈표 5-111〉 발전업종 SOx 배출량 저감을 위한 총투자비용	440
〈표 5-112〉 SOx 오염저감비용의 오염 저감량에 대한 탄력성	441
〈표 5-113〉 발전업종 NOx 배출량 저감을 위한 총투자비용	442
〈표 5-114〉 NOx 오염저감비용의 오염 저감량에 대한 탄력성	442
〈표 5-115〉 발전업종 PM10 배출량 저감을 위한 총투자비용	443
〈표 5-116〉 PM10 오염저감비용의 오염 저감량에 대한 탄력성	444
〈표 5-117〉 발전업종 VOC 배출량 저감을 위한 총투자비용	444
〈표 5-118〉 발전업종 NH3 배출량 저감을 위한 총투자비용	445
〈표 5-119〉 발전업종 CO2 배출량 저감을 위한 총투자비용	446
〈표 5-120〉 발전업종 대기질 개선을 위한 총투자비용	447
〈표 5-121〉 발전업종 대기질 개선을 위한 총투자비용	448
〈표 5-122〉 발전업종의 정부의 인허가비용과 기업의 순응비용	449
〈표 5-123〉 발전업종 총비용 현재가치	450
〈표 5-124〉 발전업종 비용·편익분석의 결과: 5.5% 사회적 할인율 적용	450
〈표 5-125〉 발전업종 BAT 기반 통합환경관리제도의 경제성 평가	451

그 립 차 례

〈그림 1-1〉 연구수행 흐름도	4
〈그림 2-1〉 현행허가제도의 개선 필요성에 대한 설문결과	17
〈그림 2-2〉 영국의 허가권한에 따른 허가구분	26
〈그림 2-3〉 영국의 허가절차	31
〈그림 2-4〉 ERF 시설위치 및 현장지도	37
〈그림 2-5〉 독일의 임미시온방지법에 따른 환경허가의 절차	44
〈그림 2-6〉 석탄화력발전소 시설위치 및 현장사진	47
〈그림 2-7〉 NPDES 개별허가의 발급 절차	51
〈그림 2-8〉 일반허가의 발급절차	52
〈그림 2-9〉 공청회를 중심으로 정리한 허가의 절차	54
〈그림 2-10〉 국내외 허가제도 비교	59
〈그림 3-1〉 통합환경관리제도 특성	62
〈그림 3-2〉 대기 관련허가(신고) 절차	63
〈그림 3-3〉 수질 관련허가(신고) 절차	64
〈그림 3-4〉 소음진도배출시설 설치 허가(신고) 절차	65
〈그림 3-5〉 악취배출시설, 특정오염관리대상시설 설치신고 절차	65
〈그림 3-6〉 폐기물 배출시설 설치 승인, 신고 절차	66
〈그림 3-7〉 IPPC지침에 따른 허가 절차	67
〈그림 3-8〉 영국 Part A(1)의 허가과정	68
〈그림 3-9〉 독일의 시설허가 과정	69
〈그림 3-10〉 통합허가절차(안)	70
〈그림 3-11〉 통합허가절차 기관별 전체 흐름도	74
〈그림 3-12〉 영국의 Part A 환경허가신청서 서식	81
〈그림 3-13〉 미국 NPDES 허가신청서 중 일반정보 서식	93
〈그림 3-14〉 통합허가신청서(안)	94
〈그림 3-15〉 통합관리계획서(안)	100
〈그림 3-16〉 통합환경관리 허가결정서	112
〈그림 3-17〉 BREFs의 종류	113
〈그림 3-18〉 영국의 지침서	114
〈그림 3-19〉 기술정보시스템 개념도	115
〈그림 3-20〉 기술정보시스템 메뉴 구성도	115
〈그림 3-19〉 통합환경관리를 위한 기술정보시스템 메뉴구성도	116
〈그림 3-20〉 기술정보시스템 메뉴 구성도	115
〈그림 3-21〉 통합환경관리를 위한 기술정보시스템 메뉴구성도	116
〈그림 3-22〉 통합허가신청서 입력 화면	121
〈그림 3-23〉 통합환경관리계획서 입력 화면	122
〈그림 3-24〉 통합허가신청서 내역 조회 화면	123

<그림 3-25> 주민의견 조회 화면	124
<그림 3-26> 기술검토의견 조회 화면	125
<그림 3-27> 보완계획서 요약문 입력 화면	126
<그림 3-28> 결과통지서 조회 화면	127
<그림 3-29> 이의제기 신청 화면	127
<그림 3-30> 허가증 조회 화면	128
<그림 3-31> 델라웨어주의 허가갱신절차	143
<그림 3-32> 환경규제의 합리화를 위해 가장 필요한 사항	145
<그림 4-1> 우리나라 발전소 현황	156
<그림 4-2> 산업별 대기오염 배출물질 배출량 비교(2012 환경통계자료)	157
<그림 4-3> 우리나라 연도별 발전용량 증감 추이	159
<그림 4-4> 전세계 국가들의 연료별 발전량과 구성비(CIA 2009)	160
<그림 4-5> 열병합발전시설 주요 공정도	161
<그림 4-6> 국내 52개 열병합발전시설의 사용원료 및 연차별 설치 현황	164
<그림 4-7> 국내 상업용 열병합발전시설의 설치용량별 개소수(2013)	166
<그림 4-8> 열병합발전시설 연료별 가동율(2013 설문조사)	172
<그림 4-9> 열병합발전분야 연료성상별 운전용량 현황(2011 SEMS)	173
<그림 4-10> 열병합발전시설 연료성상별 사용량 현황(2013)	174
<그림 4-11> 열병합발전시설 연료성상별 전력생산량 현황(2013)	175
<그림 4-12> 열병합발전시설 연료성상별 증기 및 열 생산량 현황(2013)	176
<그림 4-13> 열병합발전시설 연료성상별 온실가스 배출량 현황(2013)	176
<그림 4-14> 열병합발전소 신고업종 현황(2012 SEMS)	177
<그림 4-15> 고체연료(유연탄 등) 열병합발전소 조감도 및 계통도	182
<그림 4-16> 기체연료(LNG 등) 열병합발전소 조감도 및 계통도	183
<그림 4-17> 액체연료(B-C유, 경유 등) 열병합발전소 조감도 및 계통도	184
<그림 4-18> 열병합발전분야 연소시설 연도별 시공 및 운전용량 현황(2012 SEMS)	186
<그림 4-19> 열병합발전분야 연소시설 연도별 시공 및 운전용량 누계	186
<그림 4-20> 전기집진기(EP)의 전형적인 배치도	189
<그림 4-21> 전기집진기(EP)의 주요설비	190
<그림 4-22> 전기집진기(EP) 구성도	190
<그림 4-23> 탈황탑 상부 습식 전기집진기(B&W사)	191
<그림 4-24> 습식 전기집진기(EP) 구성도	192
<그림 4-25> 여과집진기의 구조와 종류	193
<그림 4-26> 여과집진기의 일반 배치도	194
<그림 4-27> Pre-Coating 개념도	195
<그림 4-28> 저압 펄스제트 여과집진기	196
<그림 4-29> 벤츨리 세정기 계통도	199
<그림 4-30> 이동층 세정기	200
<그림 4-31> 석회/석회석 습식 세정기 배연탈황설비 공정의 흐름도	203

〈그림 4-32〉 해수 탈황공정의 기본 원리	205
〈그림 4-33〉 해수 탈황공정	205
〈그림 4-34〉 마그네슘 습식탈황 공정 계략도	207
〈그림 4-35〉 습식 암모니아 공정 계략도	208
〈그림 4-36〉 반건식 탈황탑 공정 계략도	209
〈그림 4-37〉 이류체 노즐	211
〈그림 4-38〉 회전 분무식	211
〈그림 4-39〉 하입 상향식 노즐분무형 반건식 반응탑	212
〈그림 4-40〉 개량된 건식 FGD 공정	214
〈그림 4-41〉 배가스 재순환	217
〈그림 4-42〉 보일러 내 3가지 연소 구역	219
〈그림 4-43〉 재연소 공정에서의 관련 파라미터	220
〈그림 4-44〉 열병합발전분야 기술 종류별 방지시설 수 현황(2012 SEMS)	222
〈그림 4-45〉 열병합발전분야 대기오염방지시설 연도별 시공 및 운영용량 현황	224
〈그림 4-46〉 열병합발전분야 대기오염방지시설 연도별 시공 및 운영용량 누계	224
〈그림 4-47〉 열병합발전소 내 폐수처리장 운영공정도	226
〈그림 4-48〉 열병합발전소 폐수처리장 주요 수처리공정 및 기술	226
〈그림 4-49〉 열병합발전분야 저장시설 설치 연도별 저장용량 현황(2012 SEMS)	228
〈그림 4-50〉 열병합발전분야 연소시설 연도별 배출유량 현황(2012 SEMS)	229
〈그림 4-51〉 열병합발전 연소시설 연도별 배출유량 누계(2012 SEMS)	230
〈그림 4-52〉 연소시설의 매체별 대기오염물질 연간배출량 현황(2011 SEMS)	235
〈그림 4-53〉 연료저장시설의 매체별 대기오염물질 연간배출량 현황(2011 SEMS)	236
〈그림 4-54〉 열병합발전시설 연간 먼지배출량 현황(2011 SEMS)	237
〈그림 4-55〉 열병합발전시설 연료별 주요 대기오염물질 배출농도 현황(2011 SEMS)	238
〈그림 4-56〉 (주)군장에너지 사업장 조감도	247
〈그림 4-57〉 (주)군장에너지 사업장 운영계통도	247
〈그림 4-58〉 (주)군장에너지 사업장 설비구조	248
〈그림 4-59〉 열병합발전시설 수처리 계통도	252
〈그림 4-60〉 (주)군장에너지 열병합발전 사업장 주요설비	253
〈그림 4-61〉 (주)한화에너지 군산공장 열병합발전사업장 주요시설	254
〈그림 4-62〉 (주)한화에너지 군산공장 열병합발전 사업장 주요 설비	256
〈그림 4-63〉 열병합발전분야 조사사업장 주요 공정도(PC 보일러)	261
〈그림 4-64〉 열병합발전시설의 인허가/신고사항 및 주요 관리부문	263
〈그림 4-65〉 유연탄 사용 주요사업장의 연차별 먼지 배출농도 현황(2002~2011)	268
〈그림 4-66〉 유연탄 사용 주요사업장의 연차별 SOX 배출농도 현황(2002~2011)	269
〈그림 4-67〉 유연탄 사용 주요사업장의 연차별 NOX 배출농도 현황(2002~2011)	270

<그림 4-68> LNG 사용 주요사업장의 연차별 NOX 배출농도 현황(2002~2011)	271
<그림 4-69> B-C유 사용 주요사업장의 연차별 먼지 배출농도 현황(2002~2011)	272
<그림 4-70> B-C유 사용 주요사업장의 연차별 SOX 배출농도 현황(2002~2011)	273
<그림 4-71> B-C유 사용 주요사업장의 연차별 NOX 배출농도 현황(2002~2011)	274
<그림 5-1> 오염배출시설의 외부효과와 신규제도 도입에 따른 비용과 편익	285
<그림 5-2> 비용·편익 분석절차	290
<그림 5-3> 연도별 NOX 배출량 추이	298
<그림 5-4> 연도별 SOx 배출량 추이	299
<그림 5-5> 연도별 PM10 배출량 추이	300
<그림 5-6> 연도별 VOC 배출량 추이	300
<그림 5-7> 연도별 NH3 배출량 추이	301
<그림 5-8> 연도별 CO2 배출량 추이	302
<그림 5-9> 카드뮴과 비소	302
<그림 5-10> 클로로포름과 포름알데히드	302
<그림 5-11> 납과 시안화수소	303
<그림 5-12> 염화비닐과 염소 및 염화수소	303
<그림 5-13> 벤젠과 페놀, 수은	303
<그림 5-14> 연도별 폐수 처리량 추이	304
<그림 5-15> 연도별 BOD 방류량 추이	304
<그림 5-16> 카드뮴과 벤젠	305
<그림 5-17> 수은과 유기인, 6가크롬	305
<그림 5-18> 구리와 납	305
<그림 5-19> 페놀과 PCB	305
<그림 5-20> PCE와 TCE	305
<그림 5-21> 오염매체별 오염배출량 추이 : 1999~2010	311
<그림 5-22> 오염매체별 오염배출량 전망 추이 : 2011~2030	317
<그림 5-23> NOx 오염배출량 전망 추이 : Baseline vs. Policy 시나리오	321
<그림 5-24> SOx 오염배출량 전망 추이 : Baseline 시나리오 vs. Policy 시나리오	322
<그림 5-25> PM10 오염배출량 전망 추이 : Baseline 시나리오 vs. Policy 시나리오	323
<그림 5-26> VOC 오염배출량 전망 추이 : Baseline 시나리오 vs. Policy 시나리오	324
<그림 5-27> NH3 오염배출량 전망 추이 : Baseline vs. Policy 시나리오	325
<그림 5-28> CO2 오염배출량 전망 추이 : Baseline vs. Policy 시나리오	326
<그림 5-29> 폐수처리량 추세 및 통합규제 시행에 따른 정책효과	328

〈그림 5-30〉 BOD 부하량 추세 및 통합규제 시행에 따른 정책효과	330
〈그림 5-31〉 통합환경관리제도와 환경영향 그리고 경제성 분석	331
〈그림 5-32〉 영향경로분석 적용체계	338
〈그림 5-33〉 한계오염 저감 투자비용 함수	365
〈그림 5-34〉 현재 기술수준 MAIC vs. 통합환경관리제도 도입 MAIC	365
〈그림 5-35〉 발전업종 GDP 추이	394
〈그림 5-36〉 부문별 최종 에너지 소비	399
〈그림 5-37〉 전국 발전시설 대기오염물질별 배출량 추이	401
〈그림 5-38〉 발전업종 오염매체별 오염배출량 전망 추이 : Baseline 시나리오 vs. Policy 시나리오	425
〈그림 5-39〉 산업연관표의 구조	434