

'96 춘계학술발표회 논문집
한국원자력학회

지형정보시스템을 이용한 원자력 발전소 부지평가 방안

오이성, 이대수
한국전력공사

요 약

본 논문은 GIS를 이용하여 원자력 발전소 건설을 위한 최적의 부지 선택 방안을 연구한 것이다. 근래 고도 경제 성장에 따라 전력 사용량이 날로 증가되고 있으며 이에 따라 발전소의 추가 건설이 시급한 실정이다. 그러나 발전소 건설에 필요한 적지가 희소한 실정이며 정부의 국토이용 계획, 각종 개발 제한 사항에 의해 갈수록 제약을 받게 되어 부지 선정에 많은 어려움이 예상된다. 본 논문에서는 기존의 원자력 발전소 입지선정 절차를 근간으로하여 부지평가에 영향을 주리라 예상되는 지질, 골재원, 수송조건, 부지표고, 용수원, 해상조건, 접안조건 및 주변환경, 인구 분포 등의 부지평가 요소들을 중심으로 하고, GIS를 이용한 부지평가 항목의 분석을 통하여 원자력 발전소 부지의 최적 후보지를 결정하는 개념적 방안을 제시하였다.

1. 서론

1.1 배경

우리 나라는 급속한 경제 성장에 따라 전력 수요가 급격히 증가하고 있으며 이에 대처하기 위한 발전소 추가 건설이 시급하다. 현재의 장기전원개발계획에 의하면 전원별로 다양하고 많은 입지를 필요로 하나 국토 지리 여건상 발전소 건설에 필요한 적지가 희소한 실정이며 정부의 국토이용 계획, 각종 개발 제한 사항(Green Belt, 문화재 및 환경보전, 군사시설, 민원 등)에 의해 더욱 제한을 받게 되어 입지 선정의 어려움이 심화될 것으로 예상된다. 또한 국가경제 발전에 병행하여 향상된 국민 의식 수준과 민주화 추세에 따라 국민 욕구 증대와 권익 의지가 급격히 신장되었으며, 양적 풍요만을 갈망하던 과거와는 달리 삶의 질적 향상을 추구하게 됨에 따라 환경에 대한 국민의 의식이 높아졌고 각종 환경 규제의 강화로 입지 확보의 어려움이 가중될 것으로 예상된다. 따라서 장차 소요되는 발전소 입지들을 안정적으로 확보하기 위해 기술적, 경제적으로 개발 가능한 발전소 입지를 찾는 체계적인 입지분석 시스템이 필요하다.

기존의 발전소 부지평가에는 지형도, 지질도 등을 이용한 초보적인 계량적 기법이 사용되어 왔다. 그러나 입지선정시 고려되어야 하는 수많은 요건을 각각의 도면상에서 종합적으로 고려하여 입지 분석을 수행하기란 시간 및 인력, 그리고 정확도에서 많은 문제점이 발생한다. 또한 환경의 영향 및 주민의 각종 민원 등의 비계량적인 요인들을 도면상에서 분석하는데는 상당한 무리가 있다. 더구나 점차 비계량적 요인이 증가될 것으로 예상되는 시점에서 도면 만으로의 입지 분석은 더욱 무리가 따를 것이다.

이에 최근 여러 분야에서 다양한 목적에 이용되고 있는 지형정보시스템(GIS : Geographic Information System)을 이용하여 방대한 양의 지리정보를 효과적으로 입력하고, 저장 및 관리하여, 목적에 따라 입지 분석을 할 경우 짧은 시간에 효과적으로 입지에 영향을 미치는 요인의 추출이 가능하며, 종합적인 자료 분석을 통하여 적합한 입지의 선정과 앞으로 잠재적으로 입지 가능한 지점에 대해 예측할 수도 있을 것이다. 본 논문의 목적은 GIS 기법을 활용하여 최적의 발전소 건설 후보지를 추출하는 개념적 방안을 제시하는 것이다. 이를 위하여는 우선 현재 우리 나라에서 적용되고 있는 입지 선정 절차를 파악하고 발전소 입지 선정에 영향을 미치는 요인들의 검토가 필요하다. 이와같이 검토된 입지 요건에 따라 지형도, 지질도, 토지이용도, 행정구역도, 수계망도, 도로망도 등의 주제도(주제별 기본도면)를 위치, 형태, 공간상의 상대적 위치 및 특성에 따라 각각의 레이어(Layer)로 구성하고 이와 연계하여 각 레이어의 속성 자료를 입력하여야 한다. 이와 같이 작성된 자료들을 이용하여 공간분석 및 속성분석을 실시하여 입지 가능 후보지를 선정하며 이후 선정된 후보지중, 전원별 입지 평가 항목에서 입지를 구성하는데 갖는 중요도를 나타내는 가중치에 의해 최적의 입지가 선정된다.

1.2 일반적 부지선정 절차

현재의 부지선정 절차에 의하면, 장기전원개발계획에 따라 소요 발전소의 단위기 용량, 기수 등을 감안하여 소요 입지수를 파악한 후 아래와 같은 사항을 고려하여 장기입지계획이 수립되며, 부지평가 절차에 의해 부지가 선정된다.

가. 부지요건

- 1) 가능한 한 지역적으로 고루 분포가 되도록 구분하여 전력 계통이 사고 발생시 피해를 최소화 할 수 있도록 한다.
- 2) 가급적 부하 중심지에 위치하도록 하여 송전 손실을 가능한 적게 하고 송전 선로 건설비를 절감할 수 있도록 한다.
- 3) 국가안보, 농수산업, 개발제한지역, 산업기지, 문화재보호지구, 관광지구 등의 개발 계획과 마찰을 최소화하는 방안을 검토하여 종합적이고 효율적인 국토 최적 이용이 가능하도록 한다.
- 4) 원자력 및 화력의 경우에는 한 개의 입지에 가능한 많은 단위기를 수용하도록 고려하여 발전소의 부지 조성비, 용지비를 절감하고 국토를 효율적으로 이용하도록 한다.
- 5) 자연 환경의 훼손을 최소화하도록 한다.
- 6) 지형 및 지질이 발전소 건설에 적당한 지점을 선정한다.
- 7) 용지 및 어업권 보상이 가급적 적도록 한다.
- 8) 건설재료원 및 공업용수의 습득이 용이한 지역을 선정한다.

나. 후보지점의 평가

선정된 후보 지점에 대해 현장 답사와 지질, 인문, 기상, 해상 등의 자료를 활용하여 입지 평가 항목별 평가치를 구한다. 다음으로 전원별 입지 평가 항목들이 입지를 구성하는데 갖는 중요도를 나타내는 가중치를 항목별 평가치에 곱하여 평점을 계산하고 전 항목에 대한 평점을 합계하여 각 후보 지점별로 총계를 구한다. 총계 값이 클수록 개발가치가 있는 지점으로 판정한다.

2. 부지평가 요소의 선정

입지 선정을 위한 요소들은 원자력 발전소의 건전성에 관계된 항목을 최우선 고려하여야 하며 환경영향 및 보상비를 포함하는 경제성과 건설성에 관련된 항목이 추가 되도록 한다. 한편 추출된 입지요소는 분석의 깊이정도에 따라 예비단계, 세부단계, 최종단계로 나누었으며 다음은 단계별 및 항목별 입지요소를 세분하여 기술하였다.

2.1 예비단계

예비 단계에서는 입지 선정 기준 요소를 평가치 및 가중치에 의해 분석하여 입지 가능 후보 지점을 선정하는 단계로서 입지에 영향을 주는 중요도에 따라 분석의 순서를 정한다.

2.2 세부단계

세부 단계에서는 예비 단계를 거쳐 선정된 후보 지점중 발전소 기본계획에 적합한 최적의 부지를 선정하는 단계이다. 이 단계에서는 예비 단계시의 입지 영향 요소를 더욱 세분하여 분석을 실시하며 가중치를 적용한다.

2.3 최종단계

최종 단계에서는 세부 단계를 거쳐 선정된 최적의 후보지를 대상으로하여 부지조성 및 Layout, 건설성, 경제성 등 입지로서의 타당성을 분석한다. 이 단계에서는 토공량 산정, 정지 고, 구역, 구조물 배치, 취배수구위치 등 실제 건설시에 예상되는 기본 비용 및 발전소 주요 구조물의 배치 등을 분석한다.

3. GIS 분석 자료 입력

3.1 GIS의 환경설정

시스템 구축을 위한 입력장치로는 지형정보에 이용되는 장치로 디지털타이저와 스캐너 그리고 속성정보를 입력하는 키보드, 출력장치로는 모니터와 프린터, 처리장치로는 워크스테이션 또는 PC용 GIS 소프트웨어를 들 수 있다.

3.2 커버리지(Coverage) 구조

커버리지는 기본 저장단위를 사용하여 계층디렉토리 구조에서 자료를 관리한다. 지질, 도로, 하천, 행정구역 등은 하나의 자료 층(Layer)에 해당되며, 커버리지 안에서 지형은 단순한 점, 선, 면으로 저장되지만 지형에 대한 위치자료는 연속적인 x-y좌표에 의해 위상적으로 나타낸다. 또한 각 주제도에서 점, 선, 면에 대해 세부 정보에 대한 속성값을 부여하는 데이터베이스를 구축한다.

3.3 분석 단계별 자료 입력

가. 예비단계

이 단계에서는 입지가 가능한 후보 지점을 선정하는 단계로서, 각각의 입지 요소를 포함하는 1/50,000 지도를 이용하여 각 주제도를 작성한다. 자료 구축시 디지털타이저 및 스캐너를 사용하며, 표 3.1의 가중치를 고려하여 분석에 필요한 속성값을 부여한다. 이때 원자력

발전소가 바다에 근접하여 건설되고 있는 실정을 감안하여 전국을 대상으로 하는 기본도 작성은 불필요하다고 본다. 또한 다수의 해상 국립공원 및 수산자원 보호지역을 포함하고 있는 남해안과 이미 원전이 건설되었거나 건설중인 지역은 작업 대상에서 제외 된다.

표 3.1 원자력 발전소 후보 지점의 가중치

구분	항 목	가 중 치	비 고
1. 입 지 평 가 (70 %)	지 질 조 건	4	※ 가중치 극 히 중 요 : 4 중요도 높음 : 3 중요도 보통 : 2 중요도 낮음 : 1
	전 력 계 통	3	
	골 재 원	2	
	진 입 도 로	2	
	수 승	2	
	부 지 조 성	3	
	냉 각 수	2	
	용 수 원	3	
	호 안	3	
	집 안 조 건	1	
	해 상	2	
타 용도와의 관련성	1		
용 지 확보	2		
	소 계	30	
2. 환경영향평가 (30 %)	인구 및 토지이용	3	
	수자원 및 수권영향	1	
	생 태 계 영 향	3	
	대기 및 소음영향	1	
	사 회 경 제 영 향	2	
	문화재 및 자연경관	2	
	소 계	12	
	계	42	

나. 세부단계

세부 단계에서는 추출된 후보부지를 대상으로 최적의 부지를 선정하는 단계이므로 예비 단계와는 달리 입지 요소의 세부 속성자료가 필요하며 더욱 정확한 정보가 요구 된다. 따라서 각 입지 요소를 포함하는 1/5,000이상의 지도를 이용한 주제도가 작성되어야 하며 정밀 분석을 실시하기 위하여 분석시 요구되는 각 레이어(Layer)의 세부 속성자료를 입력해야 한다.

다. 최종단계

최종 단계에서는 예비단계와 세부단계를 통하여 선정된 최적의 후보지를 대상으로 분석을 수행하는 단계이며, 1/1,000이상의 지도를 사용하여 타당성 분석에 요구되는 속성자료를 입력해야 한다. 이때 세부단계시 이미 구축된 속성 데이터베이스를 사용할 수 있으며 필요한 속성자료를 추가하여 입력할 수 있다. 또한 실제 건설시에 예상되는 구조물의 배치, 건설물량 등의 분석을 위한 자료를 입력한다.

4. 부지평가

원자력 발전소 부지선정을 위한 공간 분석은 여러 환경, 기술, 사회 및 경제적인 평가요소를 복합적으로 고려하여 실행해야 한다. 이러한 공간 분석은 먼저 대상 지역의 지형, 사회 및 환경기술

적 각종 계층정보(Layer Information)에 각기 다른 비중을 차별하여 부여함으로써 정보의 중요도에 따라 차별적으로 정보의 가치를 부지평가에 반영한다. 후보지 분석과정에서는 기본적인 공간지도 정보 및 지역특성 레이어정보를 단순히 중첩하여 후보지 가능 지역을 함축시켜 나가는 방법뿐만 아니라 레이어 정보를 완충영역 분석(Buffering) 등을 통하여 일정범위의 영역으로 구분한 다음, 중첩분석기법을 적용 한다.

4.1 후보지 분석

예비단계를 통해 작성된 각각의 부지평가 항목을 포함하는 1/50,000 지도를 이용하여 작성된 주제도를 가중치를 고려하여 분석을 실시한다. 표 3.1의 원자력 발전소 후보 지점의 가중치 항목중에서 극히 중요한 것으로 나타난 지질조건과 그외 중요도가 높은 전력계통, 용수원, 부지조성, 인구 및 토지이용 등에 대한 분석을 순차적으로 실시한다. 분석은 작성된 항목별 주제도 및 분석 목적에 따라 입력된 점, 선, 면에 대한 분석을 실시한다. 기초지반의 종류, 종류별 밀도, 단층의 형상 등을 포함하는 지질도와 인구 및 도, 시, 군 등의 지역을 분할하는 행정구역도 등은 면에 대한 분석을 실시하여 각 항목별 평가치에 가중치를 곱하여 평점을 계산하며, 각 분석의 목적에 따라 레이어별 중첩분석을 실시하여 요구하는 지역을 추출한다. 수계망도 및 도로망도 등은 선의 형태로 자료를 구성하여 접근성을 고려한 거리별 평가를 실시하여 평점을 계산한다. 또한 교량, 문화재, 각종 시설의 위치 등을 점의 형태로 구성하여 분석을 실시한다. 이와같은 분석을 통해 계산된 각 항목별 평점을 합계하여 총 평점을 기준으로 후보지를 선정한다. 후보지 선정을 위한 예비단계 분석에서는 공간적 위치 및 거리에 대한 분석이 대부분을 차지하며 자세한 주제도별 속성자료는 요구되지 않는다. 그러나 분석자의 관심 또는 사회적으로 민감한 부분에 대한 분석이 요구될 시는 기존의 자료에 요구되는 자료를 첨가하여 분석의 심도를 높일 수 있다.

4.2 최적부지 선정

예비단계를 통한 공간분석과 속성분석에 의해 선정된 후보지들에 대하여 지반의 안정성, 접근성, 용수확보성 및 환경영향등을 고려하여 최적의 부지를 선정하기 위하여 후보부지 선정을 위한 분석과는 달리 각 부지평가 항목의 세부 속성자료에 대한 분석을 실시한다. 여기서 세부단계에서 작성된 1/5,000이상의 지도를 이용하여 작성된 주제도별로 후보부지 선정시의 방법과 동일하게 분석을 실시하며, 이때 최적부지 선정을 위해 작성된 부지평가 항목별 세부 속성자료를 이용하여 정밀한 분석을 실시한다. 용수원에 대한 분석의 경우 용수원의 종류, 위치, 거리, 취수가능량 및 송수로선등의 세부 항목에 만족할 수 있도록 완충영역 분석을 통하여 일정 범위의 영역으로 구분한 다음, 중첩분석기법을 적용한다. 도로망의 경우도 용수원의 경우와 유사하게 분석을 실시하며 그외 부지평가 항목에 대한 분석도 목적에 따라 중첩분석기법과 완충영역분석기법을 활용하여 분석을 실시한 후 평가치 및 가중치에 의한 최적의 부지를 선정한다. 또한 최적부지 타당성 평가를 위한 최종 단계에서 작성된 1/1,000이상의 공간 및 속성자료를 이용하여 분석을 실시하며, 이때 세부단계시 이미 구축된 속성자료에 필요한 속성자료를 추가하여 분석을 실시한다. 또한 실제 건설시에 예상되는 토공량 및 건설물량 등의 분석을 실시할수 있으며, 발전소 구조물의 배치 및 주변 경관과의 조화 등을 모의할 수 있고 발전소의 최적 접근 도로와 용수관 노선 등을 분석하여 제공하는 등 부지평가 이외의 다양한 목적에 활용할 수 있으므로 기본 정보 자료가 구축된 이후의 효용성은 실로 무궁무진하다고 할 수 있다.

5. 결론

본 논문에서는 기존의 발전소 부지 선정 방법에서 야기되는 여러 가지 문제점과 한계성을 해결하고 보다 과학적이고 체계적인 부지 평가를 실행할 수 있는 방안을 제시하는데 그 목적을 두었다. 검토 결과 다음의 내용과 같이 여러 방면에서 기존 부지 평가 방법상의 문제점과 한계성을 개선할 수 있을 것으로 결론을 도출하였다.

- GIS를 이용한 체계적이고 과학적인 부지 선정은 지역 주민들에게 부지 선정의 당위성을 계량적으로 고취시킴은 물론 시행 주체에 대한 신뢰도를 높일 수 있어 지역 주민과의 갈등을 감소시킬 수 있으며, 광범위의 대상 지역에 대한 환경 영향 분석을 가능케 하여 주변 환경 개선에 크게 기여할 수 있다.
- 원전 부지 평가는 방대한 공간을 대상으로 기술적, 경제적 및 환경적으로 적합한 부지를 선정하기 위하여 다양한 정보를 체계적으로 분석하여야 하나, 그를 위한 효율적이고 과학적인 분석 체계가 미비하여 시간 및 경제적 손실을 초래하고 있다. 따라서 방대한 자료를 짧은 시간 내에 분석하고, 여러 가지 대안적 평가를 실시할 수 있는 GIS를 이용한 과학적 부지 평가 시스템을 이용함으로써 이러한 문제점을 개선하고 합리적 의사 결정에 도움을 줄 수 있다.
- GIS를 활용하여 분석자는 다양한 분석 모델을 공간분석 소프트웨어, 데이터베이스 및 전문가 시스템에 접목시킴으로서 단순한 지리공간 정보가 갖는 한계점을 극복할 수 있으며 부지 선정 결정 요소와 지역적 특성과의 관계를 고려한 탄력성 있는 부지평가를 실시할 수 있다. 또한 최적의 접근 도로 경로 및 용수관 경로 설계, 선정된 부지 내에서의 구조물 배치 모의 및 기타 대안에 대한 상호 비교 분석이 가능하므로 시간 및 비용을 절감할 수 있다.
- 부지 평가를 위해 구축된 각종 자료들은 원전 건설 시와 원전 건설 후의 유지 보수 및 운영에도 영구적인 정보를 제공할 수 있으므로 장기적인 안목에서 그 효용성은 더욱 증가된다.

6. 참고문헌

1. 하성룡, 성노성, 배명순 "GIS를 이용한 쓰레기매립장 입지선정을 위한 시스템구축", 충북대학교 수자원·수질연구센터 수자원·수질논문집, 1996, pp. 161~174.
2. 한국전력공사, "발전소 건설업무 편람", 1992.
3. (주)캐드랜드, "Introduction to PC ARC/INFO,"1990
4. Levine, Jonathan and John D.Landis, "Geographic Information Systems for Local Planning," J.APA, 55(2),1989
5. Dueker, Kenneth J., "Geographic Information System and Computer-Aided Mapping," J. APA, 53(3), 1987, pp. 383~390.