

2 부지 특성

2.1 지리와 인구

2.1.1 부지 위치

고리 1호기는 행정구역상 부산광역시 기장군 장안읍에 위치한다. 지정학적으로는 한반도의 동남해안에 위치하며 [REDACTED]이다. 부지주변의 주요 인공지형물로는 신고리 1,2호기가 고리 1호기 중심에서 북동방향으로 약 1.2km 떨어져 있으며 북동방향으로 2.7km 떨어진 곳에 신고리 3,4호기가 위치한다. 주요 자연지형물은 야산과 하천이 대부분이며 발전소 중심으로부터 가장 인접한 자연지형물은 장안천(연장 13.1km), 효암천(연장 16.85km)과 봉대산(해발 125m)으로 발전소 중심으로부터 각각 북서방향 1.2km, 동북방향 1.7km, 북쪽방향으로 400m 이격되어 있다.

발전소 중심으로부터 반경 10km 내의 자연지형물 중 주요 산지는 부지 서쪽 7.4km에 위치한 달음산(587.5m), 서남서쪽 8.5km에 위치한 석은덤(542.9m), 8km 떨어진 삼각산(466.7m), 그리고 북서방면 12.5km 떨어진 대운산(742.1m)으로부터 연장된 산악지형이 분포하고 있다.

부지 인근에는 발전소 중심으로부터 서북서쪽으로 4km 떨어진 방모산(153.5m), 북쪽으로 3.3km 지점에 위치한 태봉산(76.8m) 등이 분포하고 있다. 발전소 중심 반경 10km 내에 위치하고 있는 주요 하천으로는 발전소 중심으로부터 북북동쪽으로 약 9.3km에 위치하는 회야강이 가장 규모가 큰 하천으로 전체 길이가 38km이며 유역면적은 217.93km²이다. 이외에도 부지 북서쪽 1.2km에 위치한 장안천, 서쪽 6.7km에 위치한 좌광천(연장 17.68km), 남서방면 7km에 일광천(연장 8.17km) 등이 위치하고 있다. 이들 하천 및 지류는 북서~남동 방향으로 흘러 동해로 유입된다. 이 중 회야강을 제외하면 수계의 발달이 미약한 편으로 유역면적이 좁고 유로 연장 역시 짧은 편이다(그림 2.1-1).

2.1.2 부지 현황

고리 1호기 부지는 북쪽으로 봉대산, 동쪽과 남쪽은 동해로 둘러싸인 해안가에 위치한다. 그림 2.1-2에는 고리 1호기 주요 시설물의 부지 내 위치가 상세히 나타나 있다.

제한구역은 제한구역은 고리 1호기 원자로건물을 중심으로 반경 700m 이내의 지역으로 제한구역 내에서는 주거할 수 없다.

부지 부근을 지나는 도로 및 철도는 14번과 31번 국도 및 동해남부선 철도로 31번 국도는 부지에서 북서쪽 방향으로 약 1.1km 떨어진 곳을, 14번 국도 역시 부지에서 북서쪽으로 약 4.8km 떨어진 곳을 통과한다. 또한 동해남부선 철도가 부지에서 북서쪽으로 약 1.2km

떨어져 있다.

2.1.2.1 제한구역에 대한 권한과 통제

고리 1호기의 제한구역경계거리는 700m이다. 제한구역 내에서의 모든 활동을 통제하기 위한 권한은 정부로부터 소유권 부여 또는 그 소유권자로부터 지상권 취득에 의해서 취득되며 제한구역 내에서는 한수원(주)을 제외한 누구도 토지의 소유권을 갖지 못한다. 모든 제한구역의 소유권은 한수원(주)에 귀속되며, 이 지역 내에서의 채광이나 채굴권 (Concession) 및 시설물의 제거와 인원의 통제를 포함한 모든 활동을 결정하는 법적 관리는 한수원(주)이 담당한다. 제한구역 내에는 누구도 허가받지 않고는 접근할 수 없으며 제한구역 내 전 지역에 대한 선박의 접근을 통제하는 권리도 한수원(주)에 부여된다.

제한구역 내에서의 활동을 통제하기 위하여 물리적 및 행정적인 통제조치가 수행되고 있으며, 발전소 운영과 무관한 활동 또는 사전에 통보되어 승인 받지 못한 활동은 금지된다. 발전소 운영과 무관한 활동이 허용된 경우에도 관련된 인원과 지역은 제한한다. 그리고 발전소 주위에는 침투방지 시설과 출입문이 설치된 보안울타리를 세워 허가된 이용시간 외에는 문을 닫고 열쇠를 채우며, 보안 울타리 내에 주변 순찰로를 두고 있어 인원, 장비의 출입을 엄격히 통제하고 있다. 또한 고리 1호기 제한구역 내에는 고속도로, 철도 및 수로가 통과하지 않으며 가장 가까이 통과하는 철도는 동해남부선으로 고리 1호기 원자로 중심에서 북서쪽으로 1.2km 떨어져 있고 제한구역 내에는 주거지역이 존재하지 않으며 발전소 운전과 무관한 행위는 금지되어 있다. 그림 2.1-3에는 고리 1~4호기 및 신고리 1,2호기의 제한구역경계거리를 함께 나타내었다.

2.1.2.2 방류제한구역 경계선

미국의 10CFR20에 의하면 방사성물질의 유출제한을 위한 경계영역이 설정되어야 한다고 명시되어 있다. 발전소 운영시 방사성 물질의 유출에 따른 영향을 규제하기 위한 목적에 따라 설정된 방류제한구역 경계선은 부지제한구역 경계선에 포함되며, 따라서 방사성 물질에 의한 직접 오염은 방류제한구역 밖에는 영향을 주지 않는다.

2.1.3 인구분포

2.1.3.1 부지로부터 반경 20km 이내의 인구

고리 1호기 반경 20km 이내에는 부산광역시, 울산광역시, 양산시가 해당된다. 부산광역시 기장군의 전 지역이 포함되고, 그 외 행정구역은 일부분이 포함된다. 고리 1호기 반경 20km 이내에 포함되는 행정구역별 상주인구는 표 2.1-1에 제시한 바와 같이 총 1,063,157명으로 부산광역시는 755,074명, 울산광역시는 136,080명, 양산시는 172,003명으로 조사되었다.

고리 1호기 반경 20km 이내의 지역을 16방위(22.5°의 방사각에 의해 구분됨)로 구분하고 6개의 동심원(부지 중심으로부터의 거리에 의해 구분됨)으로 구분하여 총 96개의 구역으로 분할하였고, 각 구역별 상주인구를 다음 방법에 따라 산정하였다.

- 가. 지형도 위에 부지 중심으로부터 반경 2, 4, 6, 8, 10, 20km의 동심원을 그린다.
- 나. 부지 중심으로부터 22.5°의 방사각으로 구분되는 16개의 방위각을 2km 간격의 동심원 위에 올려 구역을 분할한다.
- 다. 각 구역 내에 속하는 행정단위별 면적에 행정단위별(읍·면·동 단위) 상주 인구수를 분할 적용하여, 구역별 인구를 산출한다.
- 라. 고리 1호기 반경 10km 이내는 부지와의 인접성을 고려, 관광지 및 해수욕장의 1일 평균 이용객수를 추가로 반영, 주요 유동인구를 포함한다.
- 마. 각 구역별 인구를 표와 그림으로 나타낸다.

위와 같은 방법으로 구한 고리 1호기 반경 20km 이내의 구역별 인구를 표 2.1-2 및 그림 2.1-4에 제시하였다. 고리 1호기 반경 20km 이내의 인구수는 총 778,270명으로 방향별로는 부산광역시가 위치하는 남서방향이 247,061명으로 가장 많은 인구가 분포하고 있으며, 거리별로는 10~20km 사이의 구간에 가장 많은 722,819명이 분포한다.

2.1.3.2 부지로부터 반경 20km~80km 이내의 인구

부지반경 20km에서 80km 사이에는 부산시, 울산시, 진해시, 창원시, 마산시, 거제시, 창원군, 김해시, 함안군, 경주시, 경산시, 영천시, 포항시, 의령군, 양산시, 밀양시, 청도군, 대구시, 경산시 등을 포함한다.

고리 1호기 반경 20~80km 사이의 상주인구는 고리 1호기 반경 20km에서 구한 방법과 동일한 방법을 적용하였으며, 고리 1호기로부터의 거리를 20, 35, 50, 65, 80km로 구분하여 산출하였다. 이렇게 구한 구역별 인구를 표 2.1-3 및 그림 2.1-5에 제시하였다. 고리 1호기 반경 20~80km 사이의 상주인구는 총 7,297,613명이고, 방향별로는 남서와 서남서 방향에 3,747,391명이 분포하여 전체의 51.4%를 차지한다. 구간별로는 20~35km 사이에 50.1%인 3,658,060명이 분포하고 있다.

한편 고리 1호기 반경 80km 이내 전 지역을 16개의 방위각과 10개의 동심원으로 구분된 160개의 단위지역으로 구분하여 장래의 인구를 추정하였다.

인구예측은 2013년을 기준년도로 하고 고리 1호기 운영종료 첫 해인 2017년과 10년 뒤인 2027년의 각 구역별 인구를 추정하였으며, 여기에는 2004년에서 2013년까지 발간된 시·군 통계연보의 읍·면·동별 상주인구 자료를 기본 자료로 이용하였다.

고리 1호기 반경 80km 이내의 모든 읍·장래인구 추정치를 거리별 및 방위별로 계산하는

과정은 20km 이내 및 20~80km 사이의 구역별 상주인구 산출방법과 동일하다. 인구추정 절차 및 가정은 다음과 같다.

- 가. 현재(2013년 12월말 기준) 인구의 입력 및 장래인구 예측은 읍·면·동 단위까지 실시한다.
- 나. 인구예측을 위한 인구증가율은 각 시·군의 평균 인구변화율과 목표연도의 각 광역시·도별 인구변화율을 곱하여 산출하였다. 다만, 광역시의 경우에는 시·도별 장래인구추계의 인구변화율만을 고려하였다.
- 다. 각 시·군의 2004~2013년의 주민등록인구를 기준으로 10년간의 인구증가율을 산출한다. 이때, 행정구역의 변경(예, 도농통합 등) 등, 인위적 요인에 의해 과다 인구증감이 나타나는 경우를 배제하기 위하여 연간 인구 증가율이 10 %를 상회하는 자료는 제외한다.
- 라. 장래 인구변화율을 산출하기 위해 국가통계포털의 “ 시도별 장래인구추계(통계청, 2010)” 자료를 활용하였고, 세부적으로 시·군의 인구변화를 추정하기 위해 각 시·군별 통계연보를 사용하였다. “ 시도별 장래인구추계”에 제시된 광역시 및 도별 인구변화율은 표 2.1-4에 제시하였다.
- 마. 이상의 절차, 가정 및 인구변화율을 적용한 인구예측식은 다음과 같다.

$$P = P_0 (1 + a \times b)$$

여기서, P : 예측인구

P_0 : 기준연도의 인구

a : 각 시·군의 2004~2013년의 평균 인구변화율

b : 인구예측 목표연도의 광역시 및 도별 인구변화율

운영종료 첫 해인 2017년과 10년 뒤인 2027년에 고리 1호기 반경 20km 이내 및 20~80km 사이의 인구를 예측한 결과는 표 2.1-5에 제시하였다. 고리 1호기 반경 20km 이내 및 반경 20~80km 사이의 각 구역별 인구예측 결과는 표 2.1-6~표 2.1-9 및 그림 2.1-6~그림 2.1-9에 제시하였다.

2.1.3.3 저인구지대

고리 1호기의 저인구지대 경계거리는 5.6km이다.

2.1.3.4 유동인구

부지 주변의 유동인구는 직업 및 위락을 위한 일시체류 인구로 구분할 수 있다. 직업을 위한 일시체류인구는 통근자 및 통학자에 의해 발생하는데, 하루 중 특정 시간대에 발생하는 경향이 있다. 위락을 위한 일시체류인구는 위락시설 및 관광지를 방문하는 경우가

대부분이다.

2.1.3.4.1 직업을 위한 일시체류 인구

부지반경 10km 이내의 주요 산업시설로는 고리 1호기 부지로부터 서쪽 1.5km에 위치한 장안일반산업단지와 서쪽 8km에 위치한 정관지방산업단지가 있으며, 이들 대부분의 인구는 산업단지 주변의 주택이나 사택에서 거주할 것으로 예상되는 바, 인구이동은 주로 10km 이내에서 이루어질 것으로 판단된다. 또한 학생들은 각 주소지 인근의 교육시설을 이용하므로 통학으로 인한 인구이동 역시 반경 10km 이내에서 이루어진다. 따라서 통근이나 통학을 위해서 고리 1호기 반경 10km를 벗어나거나 외부로부터 유입되는 유동 인구는 미미할 것으로 판단된다.

부지로부터 반경 10km 이내의 기장군과 울주군의 산업시설의 고용인은 거의 대부분 인근 주민으로서 이 지역 내의 산업시설에 따른 유동인구의 발생은 미미한 것으로 판단된다.

2.1.3.4.2 위락을 위한 일시체류 인구

부지 주변에서 유입되는 유동인구는 주로 위락시설 및 관광지를 이용, 방문하기 위한 인구로서 부지 주변 주요 위락시설인 임랑, 진하 해수욕장, 간절곶 및 장안사 등의 이용인구는 표 2.1-10과 같다. 해수욕장의 경우, 개장기간이 7월 1일부터 8월 31일까지 약 2개월 정도임을 감안할 때 1일 평균 이용객 수는 약 10,700여명이며, 이중 주말이나 휴가기간 등에 집중될 것으로 고려하여 해수욕장 1일 최대 수용 인원을 이용객 수로 가정할 때 해수욕장으로 인한 1일 최대 유동인구는 약 70,000명 정도일 것으로 추정된다. 한편, 간절곶은 1일 평균 4,022명, 최대 12,700여명의 관광객이 찾고 있으며, 장안사 및 장안계곡을 이용하는 관광객에 대한 통계는 없으나 인근 지역 음식점 등의 이용객 등을 포함하여 1일 평균 1,100여명의 관광객이 찾는 것으로 추정된다(참고문헌 1).

대부분의 관광 및 위락을 위한 유동인구는 부지로부터 반경 10km 이내의 지역을 통과하는 고속도로 및 국도와 지방도로, 그리고 동해남부선 철도를 이용하여 이 지역을 방문한다.

2.1.3.5 인구중심지

고리 1호기는 영구정지 원전이므로 이 절은 적용되지 않는다.

2.1.3.6 부지 인근의 공공시설과 공공기관

2.1.3.6.1 학교

기장군에는 총 63개의 교육기관이 있으며 학급수는 766개 학급, 학생수는 19,740명, 교직

원수는 1,283명에 달하고 있다. 이 중 유치원이 31개원이며 초등학교는 20개교에 총 387학급이 개설되어 있으며 총 학생수는 9,315명, 교원수는 575명으로 조사되었다. 중학교는 6개교 144학급에 총 학생수는 4,223명이며, 고등학교는 일반 고등학교 5개교, 특성화 고등학교 1개교에 재학생수는 3,147명이다. 기장군에는 전문대학이상의 고등교육기관은 없다(참고문헌 2).

울주군에는 총 114개교의 교육기관이 있으며 학급수는 1,402개 학급, 총 학생수 39,635명, 교직원 2,635명이 있다. 이 중 유치원은 51개원 188학급이 설치되어 있으며, 초등학교는 33개교이고 633학급에 총 학생수는 13,831명이다. 중학교는 13개교, 239학급, 총 학생수 6,580명이다. 그리고 고등학교는 일반 고등학교 6개교, 특성화 고등학교 4개교, 특수 목적 고등학교 2개에 재학생수는 7,543명이다. 그 외에 전문대학 1개, 대학교 1개, 대학원 2개 및 기타 학교가 1개 있다(참고문헌 3). 부지에서 가장 인접한 학교는 서쪽으로 1.2km 떨어진 월내초등학교이다.

2.1.3.6.2 의료기관

부지반경 10km 이내에는 4개소의 보건지소를 포함하여 총 32개소의 의료기관이 운영중이며, 모든 의료시설이 개인병원 수준이다. 부지로부터 반경 10km 이내의 병원중 부지에 가장 근접한 병원은 부지 북서쪽 1.2km에 위치한 녹십자 병원으로 의사 1인과 간호조무사 3인이 근무하고 있다.

2.1.3.6.3 교도소

부지반경 10km 이내에는 교도소가 없다.

2.1.3.6.4 위락지역

발전소 반경 10km 이내에는 해수욕장 3곳과 간절곶, 장안사 등의 관광 및 위락시설이 있다(표 2.1-10, 참고문헌 1). 일광 해수욕장은 부지로부터 남서쪽으로 약 9km 정도 떨어져 있으며 사장길이가 1.1km이고 면적은 39,670m²이다. 임랑 해수욕장은 부지로부터 서남서쪽으로 2.4km 떨어진 장안을 임랑리에 위치하고 있으며 사장길이가 1.5km, 사장면적 25,000m², 최대 수용인원 20,000여명이며 하절기 이용객은 119,700명이다. 진하 해수욕장은 부지로부터 북동쪽으로 약 8.5km 떨어져 있으며 사장길이 2km, 사장면적 96,000m², 최대 수용인원 50,000여명이며 연간 이용객은 998,210명이다. 간절곶은 부지로부터 북동 방향으로 약 7.5km 떨어져 있으며 연간 이용객은 1,467,940명이다.

2.1.4 부지 인근 토지 및 수자원의 이용

2.1.4.1 반경 10km 이내의 토지이용 현황

고리 1호기 반경 10km 이내의 지역에는 부산광역시 기장군 장안읍과 일광면, 울산광역시 울주군 서생면의 대부분을 포함하며 이 외에 부산광역시 기장군 정관면, 기장읍, 철마면과 울산광역시 울주군 온양읍, 온산읍 양산시 덕계동의 일부가 포함된다.

고리 1호기 부지 및 주변 지역은 동북쪽에서 남서쪽에 이르는 지역이 바다와 접하고 있으며, 내륙 쪽에는 대부분 산악지와 구릉지가 분포하고 있다(그림 2.1-10). 고리 1호기가 위치하는 기장군 장안읍의 경우 전체 면적에서 임야가 차지하는 비율이 67.5%(34.49 km²)를 차지하고 있다(참고문헌 3).

고리 1호기 부지 인근 지역은 석은덤(542.9m), 달음산(587.5m), 통천산(544.6 m), 대운산(742.1m), 일광산(316.5m) 등의 비교적 높은 산과 100m 내외의 낮은 구릉으로 구성되어 있다. 따라서 대규모의 도심지는 분포하고 있지 않으며, 소규모의 마을이 국도(14번, 31번) 인근지역과 농경지, 그리고 해안가 저지대에 형성되어 있을 뿐이다. 그러나 기장군의 경우 최근 부산광역시의 확장과 부산광역시를 생활중심으로 소규모 위성도시의 형성이 활발히 진행되고 있어 배후도시로서의 개발 가능성이 높으나 부지 인근지역이 2001년까지 개발제한 구역으로 지정되어 있어 개발이 제한되어 왔다. 이후 2002년 1월 4일 발전소 부지 인근 대부분의 개발제한구역이 해제(건설교통부고시 제2001-364호)되었다.

논과 밭은 구릉의 완경사지, 도로 주변, 장안천, 효암천, 화산천 등 하천주변의 저지대 및 해안 완경사 저지대에 분포하고 있으며, 최근 구릉지를 이용한 과수원이 늘어나고 있다. 이 지역의 지목별 점유비율은 임야(63.8%), 논(11.0%), 공장용지(4.6%), 도로(4.1%), 대지(3.7%), 밭(3.0%), 과수원(2.0%), 하천(1.7%)의 순으로 임야의 비율은 높지만 농경지나 도로 또는 주거지의 점유율이 상대적으로 낮은 것으로 나타났다. 특히, 부지가 위치하는 장안읍의 토지이용 현황을 살펴보면 임야가 67.5%(34.49 km²)로 대부분을 점유하고 있으며, 다음으로 논 12.5%(6.41 km²), 도로 4.3%(2.19 km²), 대지 2.8%(1.43 km²), 공장용지 2.8%(1.42 km²), 밭 2.7%(1.37 km²), 과수원 2.1%(1.09 km²) 등의 순으로 분포하고 있는 것으로 나타났다(참고문헌 3).

장안읍 및 서생면의 전체적인 토지이용 효율은 해안을 따라 개설되어 있는 31번 국도 주변지역이 가장 높아 주거, 업무, 상업지역으로 이용되고 있으며, 서쪽의 부산~울산 간 14번과 7번국도 주변 지역에는 일부 소규모 촌락만이 산재하여 토지이용 효율이 낮은 편이다.

2.1.4.2 하천과 강

고리 1호기 반경 10km 내에 위치하고 있는 하천 중 규모가 가장 큰 회야강은 고리 1호기 중심으로부터 북북동쪽으로 약 9.3km에 위치하며 전체 길이는 38km이고, 유역면적은 217.93km²이다. 이외에도 서쪽 6.7km에 위치한 좌광천(연장 17.68km), 남서방면 7km에 위

치한 일광천(연장 8.17km) 등이 형성되어 있다. 이들 하천 및 지류는 북서~남동 방향으로 흘러 동해로 유입된다. 이 중 회야강을 제외하면 수계의 발달이 미약한 편으로 유역면적이 좁고 유로 연장 역시 짧은 편이다.

2.1.4.3 발전소 주변 용수 공급

고리 1호기 주변지역에서 부지에 인접한 지역의 지하수 이용현황은 표 2.1-11에 제시하였다. 부지 내에서 지하수를 취수하여 이용하는 설비나 시설은 없으며, 또한 부지의 지하수 경계 내 지하수를 이용하는 설비나 주민도 없다. 영구 지하수 배수설비가 본관 구조물 기초하부에 설치되어 있는데 이 설비는 집수정에 접수된 지하수를 펌프로 양수하여 동해로 배수한다. 부지 주변지역 중 생활용수를 마을규모나 소규모 단위로 하천수나 용천수, 지하수를 취수하여 사용하는 간이급수시설이 있다. 부지 주변지역의 간이 및 소규모 급수시설 현황을 표 2.1-12에 제시하였다.

2.1.4.5 어업

부지 주변 해역에서 어획되는 수산물로는 어류, 연체동물, 갑각류, 해조류 등이 있으며, 이들은 연근해 어업 및 양식어업 등으로 생산되고 있다. 연근해 어업에서 많이 어획되는 종류를 살펴보면 어류는 멸치, 고등어, 갈치, 삼치, 전갱이가 대표적이고, 연체동물은 오징어 등이 있다. 부지 주변 기장군 및 울주군에서 패류와 해조류를 포함한 2014년 연간 어획량은 다음과 같다(참고문헌 2 및 참고문헌 3).

- 어류 : 2,895 M/T(기장군), 4,300 M/T(울주군)
- 연체동물 : 2,429 M/T(기장군), 160 M/T(울주군)
- 패류 : 173 M/T(울주군)
- 해초류 : 45,372 M/T(기장군), 7,088 M/T(울주군)

2.1.5 참고문헌

1. 한수원(주), 2016, 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서
2. 부산광역시 기장군, 2015, 통계연보
3. 부산광역시 기장군, 울산광역시 울주군, 양산시, 2013, 통계연보

표 2.1-1(1 중 2)

고리 1호기 반경 20 km 이내의 행정단위별 인구현황

(단위 : 명, 세대)

행정구역			내국인			외국인			합계			
			인구			인구			인구			세대 ^{주)}
			남	여	계	남	여	계	남	여	계	
부산광역시	금정구	선두구동	1,439	1,315	2,754	1	9	10	1,440	1,324	2,764	1,260
		부곡1동	5,554	5,682	11,236	24	44	68	5,578	5,726	11,304	4,796
		부곡2동	9,092	9,424	18,516	26	31	57	9,118	9,455	18,573	6,771
		부곡3동	8,795	9,387	18,182	23	28	51	8,818	9,415	18,233	6,597
		금사동	5,304	4,856	10,160	161	66	227	5,465	4,922	10,387	4,315
		청룡노포동	5,019	5,003	10,022	5	13	18	5,024	5,016	10,040	3,892
		남산동	17,052	17,755	34,807	31	87	118	17,083	17,842	34,925	13,241
		구서1동	9,685	10,477	20,162	25	51	76	9,710	10,528	20,238	7,117
		구서2동	17,949	18,831	36,780	19	41	60	17,968	18,872	36,840	12,319
		서2동	6,735	6,780	13,515	7	28	35	6,742	6,808	13,550	5,769
		서3동	7,032	6,831	13,863	11	29	40	7,043	6,860	13,903	5,804
		장전1동	7,971	7,814	15,785	487	455	942	8,458	8,269	16,727	7,401
		소계	101,627	104,155	205,782	820	882	1,702	102,447	105,037	207,484	79,282
	해운대구	반송1동	5,568	5,400	10,968	74	104	178	5,642	5,504	11,146	5,012
		반송2동	15,268	15,718	30,986	43	88	131	15,311	15,806	31,117	12,815
		반송3동	4,615	4,674	9,289	194	167	361	4,809	4,841	9,650	4,118
		반여1동	22,074	22,435	44,509	52	79	131	22,126	22,514	44,640	14,864
		반여2동	8,398	8,548	16,946	18	44	62	8,416	8,592	17,008	7,362
		반여3동	6,179	6,219	12,398	9	29	38	6,188	6,248	12,436	5,179
		반여4동	8,779	8,846	17,625	6	15	21	8,785	8,861	17,646	5,673
		재송1동	16,321	16,844	33,165	98	56	154	16,419	16,900	33,319	11,389
		재송2동	15,903	16,277	32,180	28	44	72	15,931	16,321	32,252	12,158
		우1동	23,509	25,260	48,769	419	292	711	23,928	25,552	49,480	18,516
		우2동	13,638	14,490	28,128	115	101	216	13,753	14,591	28,344	9,912
		중1동	10,730	11,505	22,235	345	202	547	11,075	11,707	22,782	9,211
		중2동	5,540	5,773	11,313	127	71	198	5,667	5,844	11,511	5,269
		좌1동	9,292	10,184	19,476	98	99	197	9,390	10,283	19,673	6,838
		좌2동	16,381	18,190	34,571	74	70	144	16,455	18,260	34,715	12,440
		좌3동	9,183	9,977	19,160	28	38	66	9,211	10,015	19,226	6,464
		좌4동	12,745	13,836	26,581	27	22	49	12,772	13,858	26,630	8,660
		송정동	4,850	5,039	9,889	31	31	62	4,881	5,070	9,951	4,173
		소계	208,973	219,215	428,188	1,786	1,552	3,338	210,759	220,767	431,526	160,053

표 2.1-1(2 중 2)

(단위 : 명, 세대)

행정구역			내국인			외국인			합계			
			인구			인구			인구			세대 ^{주)}
			남	여	계	남	여	계	남	여	계	
	기장군	장안읍	5,183	4,742	9,925	178	27	205	5,361	4,769	10,130	4,459
		일광면	4,818	4,677	9,495	46	24	70	4,864	4,701	9,565	4,254
		정관면	16,887	17,116	34,003	670	156	826	17,557	17,272	34,829	11,841
		철마면	3,624	3,422	7,046	35	24	59	3,659	3,446	7,105	3,074
		기장읍	26,429	27,668	54,097	188	150	338	26,617	27,818	54,435	21,558
		소계	56,941	57,625	114,566	1,117	381	1,498	58,058	58,006	116,064	45,186
	계		367,541	380,995	748,536	3,723	2,815	6,538	371,264	383,810	755,074	284,521
울산광역시	울주군	서생면	4,464	3,941	8,405	190	75	265	4,654	4,016	8,670	3,821
		온산읍	13,483	11,237	24,720	1,950	756	2,706	15,433	11,993	27,426	10,430
		온양읍	13,509	13,078	26,587	240	141	381	13,749	13,219	26,968	10,293
		웅촌면	4,601	4,176	8,777	786	89	875	5,387	4,265	9,652	3,834
		청량면	7,412	6,802	14,214	194	162	356	7,606	6,964	14,570	5,664
		삼동면	1,027	931	1,958	145	31	176	1,172	962	2,134	1,002
		소계	44,496	40,165	84,661	3,505	1,254	4,759	48,001	41,419	89,420	35,044
	남구	선암동	8,823	8,281	17,104	200	70	270	9,023	8,351	17,374	5,945
		옥동	14,806	14,347	29,153	73	60	133	14,879	14,407	29,286	9,051
		소계	23,629	22,628	46,257	273	130	403	23,902	22,758	46,660	14,996
	계		68,125	62,793	130,918	3,778	1,384	5,162	71,903	64,177	136,080	50,040
경상북도	양산시	서창동	13,966	13,553	27,519	76	102	178	14,042	13,655	27,697	10,649
		덕계동	5,946	5,869	11,815	30	69	99	5,976	5,938	11,914	4,500
		소주동	10,167	10,012	20,179	193	46	239	10,360	10,058	20,418	8,011
		평산동	16,098	16,482	32,580	114	103	217	16,212	16,585	32,797	11,799
		상북면	8,341	8,089	16,430	275	114	389	8,616	8,203	16,819	6,640
		하북면	5,063	4,688	9,751	104	55	159	5,167	4,743	9,910	4,245
		동면	7,370	7,238	14,608	26	42	68	7,396	7,280	14,676	5,593
		삼성동	12,295	11,398	23,693	425	260	685	12,720	11,658	24,378	9,218
		중앙동	6,658	6,204	12,862	399	133	532	7,057	6,337	13,394	6,051
	계		85,904	83,533	169,437	1,642	924	2,566	87,546	84,457	172,003	66,706
	합 계		521,570	527,321	1,048,891	9,143	5,123	14,266	530,713	532,444	1,063,157	401,267

주) 외국인 세대수 제외

자료 : 부산광역시, 울산광역시, 양산시 통계연보, 2013

표 2.1-2

고리 1호기 반경 20km 이내의 구역별 인구현황

(단위 : 명)

방 향	고리 1호기로부터의 거리(km)						합 계
	0~2	2~4	4~6	6~8	8~10	10~20	
N	5	992	855	479	5,839	53,774	61,944
NNE	0	408	452	81	5,060	57,072	63,073
NE	0	723	1,378	1,679	100	23	3,903
ENE	0	0	0	32	0	0	32
E	0	0	0	0	0	0	0
ESE	0	0	0	0	0	0	0
SE	0	0	0	0	0	0	0
SSE	0	0	0	0	0	0	0
S	0	0	0	0	0	0	0
SSW	0	0	0	75	2,192	77,333	79,600
SW	0	941	907	3,071	1,803	240,339	247,061
WSW	0	859	1,688	296	431	138,376	141,650
W	10	824	1,341	4,969	6,420	74,282	87,846
WNW	681	78	423	205	3,189	42,311	46,887
NW	806	235	811	328	8	26,887	29,075
NNW	1,073	604	519	1,443	1,138	12,422	17,199
합계	2,575	5,664	8,374	12,658	26,180	722,819	778,270

자료 : 행정자치부 주민등록인구통계, 2013

표 2.1-3

고리 1호기 반경 20~80km 사이의 구역별 인구현황

(단위 : 명)

방 향	고리 1호기로부터의 거리(km)				합계
	20~35	35~50	50~65	65~80	
N	460,637	76,546	166,826	309,372	1,013,381
NNE	359,904	54,385	9,154	16,145	439,588
NE	6,110	0	0	0	6,110
ENE	0	0	0	0	0
E	0	0	0	0	0
ESE	0	0	0	0	0
SE	0	0	0	0	0
SSE	0	0	0	0	0
S	0	0	0	0	0
SSW	51,701	2,505	0	0	54,206
SW	1,628,906	434,011	2,969	195,005	2,260,891
WSW	817,493	204,722	343,941	120,344	1,486,500
W	134,055	242,685	435,163	265,701	1,077,604
WNW	91,460	42,226	69,668	40,424	243,778
NW	68,159	35,644	21,309	385,144	510,256
NNW	39,635	54,118	32,664	78,882	205,299
합 계	3,658,060	1,146,842	1,081,694	1,411,017	7,297,613

자료 : 행정자치부 주민등록인구통계, 2013

표 2.1-4

시도별 장래인구 변화율

행정구역	2004~2013	연앙인구기준(2013. 7. 1)	
		2017	2027
부산광역시	1.0	0.986	0.949
대구광역시	1.0	0.991	0.959
울산광역시	1.0	1.019	1.031
경상북도	1.0	1.001	1.004
경상남도	1.0	1.016	1.031

자료 : 통계청 국가통계포털, 시도별 장래인구추계, 2014



()

KRN 1 FSAR

표 2.1-5

인구예측 결과

(단위 : 명)

구 분	20 km 이내의 인구	20~80 km 사이의 인구
2017년	775,935	7,280,851
2027년	775,968	7,280,931



표 2.1-6

고리 1호기 반경 20km 이내의 구역별 2017년 인구예측

(단위 : 명)

방 향	고리 1호기로부터의 거리(km)						합 계
	0~2	2~4	4~6	6~8	8~10	10~20	
N	5	989	852	477	5,821	53,613	61,757
NNE	0	407	451	81	5,045	56,901	62,885
NE	0	721	1,374	1,674	100	23	3,892
ENE	0	0	0	32	0	0	32
E	0	0	0	0	0	0	0
ESE	0	0	0	0	0	0	0
SE	0	0	0	0	0	0	0
SSE	0	0	0	0	0	0	0
S	0	0	0	0	0	0	0
SSW	0	0	0	75	2,185	77,101	79,361
SW	0	938	904	3,062	1,797	239,618	246,319
WSW	0	856	1,683	295	430	137,961	141,225
W	10	822	1,337	4,954	6,401	74,059	87,583
WNW	679	78	422	204	3,179	42,184	46,746
NW	803	234	809	327	8	26,806	28,987
NNW	1,070	602	517	1,439	1,135	12,385	17,148
합계	2,567	5,647	8,349	12,620	26,101	720,651	775,935

표 2.1-7

고리 1호기 반경 20km 이내의 구역별 2027년 인구예측

(단위 : 명)

방 향	고리 1호기로부터의 거리(km)						합 계
	0~2	2~4	4~6	6~8	8~10	10~20	
N	5	989	852	478	5,822	53,615	61,761
NNE	0	407	451	81	5,045	56,903	62,887
NE	0	721	1,374	1,674	100	23	3,892
ENE	0	0	0	32	0	0	32
E	0	0	0	0	0	0	0
ESE	0	0	0	0	0	0	0
SE	0	0	0	0	0	0	0
SSE	0	0	0	0	0	0	0
S	0	0	0	0	0	0	0
SSW	0	0	0	75	2,185	77,104	79,364
SW	0	938	904	3,062	1,798	239,628	246,330
WSW	0	856	1,683	295	430	137,967	141,231
W	10	822	1,337	4,954	6,401	74,062	87,586
WNW	679	78	422	204	3,179	42,186	46,748
NW	803	234	809	327	8	26,808	28,989
NNW	1,070	602	517	1,439	1,135	12,385	17,148
합계	2,567	5,647	8,349	12,621	26,103	720,681	775,968

표 2.1-8

고리 1호기 반경 20~80km 사이의 구역별 2017년 인구예측

(단위 : 명)

방 향	고리 1호기로부터의 거리(km)				합계
	20~35	35~50	50~65	65~80	
N	459,255	76,316	166,990	306,181	1,008,742
NNE	358,824	54,222	8,937	15,633	437,616
NE	6,092	0	0	0	6,092
ENE	0	0	0	0	0
E	0	0	0	0	0
ESE	0	0	0	0	0
SE	0	0	0	0	0
SSE	0	0	0	0	0
S	0	0	0	0	0
SSW	51,546	2,498	0	0	54,044
SW	1,624,019	432,709	3,006	192,325	2,252,059
WSW	815,041	204,108	340,850	119,003	1,479,002
W	133,653	241,957	433,946	263,861	1,073,417
WNW	91,186	42,099	68,181	40,568	242,034
NW	67,954	35,537	18,625	388,244	510,360
NNW	39,516	53,956	32,462	91,551	217,485
합 계	3,647,086	1,143,402	1,072,997	1,417,366	7,280,851

표 2.1-9

고리 1호기 반경 20~80km 사이의 구역별 2027년 인구예측

(단위 : 명)

방 향	고리 1호기로부터의 거리(km)				합계
	20~35	35~50	50~65	65~80	
N	459,275	76,320	166,992	306,132	1,008,719
NNE	358,840	54,224	8,934	15,625	437,623
NE	6,092	0	0	0	6,092
ENE	0	0	0	0	0
E	0	0	0	0	0
ESE	0	0	0	0	0
SE	0	0	0	0	0
SSE	0	0	0	0	0
S	0	0	0	0	0
SSW	51,548	2,498	0	0	54,046
SW	1,624,089	432,727	3,003	192,321	2,252,140
WSW	815,075	204,116	340,841	119,000	1,479,032
W	133,659	241,967	433,944	263,855	1,073,425
WNW	91,189	42,101	68,168	40,568	242,026
NW	67,957	35,539	18,605	388,254	510,355
NNW	39,518	53,958	32,459	91,538	217,473
합 계	3,647,242	1,143,450	1,072,946	1,417,293	7,280,931

표 2.1-10

부지 주변 주요 위락시설 및 관광지 이용객 현황

(단위 : 명)

명칭	연간 이용객수	1일 평균 이용객수	최대 수용인원
임랑해수욕장	119,700 ¹⁾	1,931 ⁴⁾	20,000
간절곶	1,467,940	4,022	25,403 ²⁾
진하해수욕장	998,210 (543,500) ³⁾	8,766 ⁴⁾	50,000
장안사	400,000	1,096	13,000
계	2,531,140	15,814	108,403

1) 개장기간(7월1일~8월31일)의 이용객수, 연간 이용객 통계자료 없음

2) (월 최대 관광객수, 393,750명)÷31일(8월 기준)×2(주말 이용객 고려)

3) 개장기간(7월1일~8월31일)의 이용객수

4) 해수욕장 1일 평균 이용객수 : 해수욕장 개장기간 이용객수/해수욕장 개장일(62일)

자료: 관광지식정보시스템, 2010

기장군 해양수산물, 2010

표 2.1-11

고리 1호기 부지 인근의 지하수 이용현황

행정구역		생활용		농업용		시설수 합계 (개소)	이용량 합계 ($\text{m}^3/\text{일}$)
		시설수 (개소)	이용량 ($\text{m}^3/\text{일}$)	시설수 (개소)	이용량 ($\text{m}^3/\text{일}$)		
장안읍	길천리	11	101	20	100	31	201
	임랑리	33	11	40	6	73	17
	월내리	3	6	8	14	11	20
서생면	화산리	2	270	7	1,427	9	1,697
	명산리	-	-	1	384	1	384
	신암리	1	150	9	1,105	10	1,255
총계		50	538	85	3,036	135	3,574

자료: 농어촌 지하수넷 지하수관광정보 지도서비스, 2014.

(<https://www.groundwater.or.kr/release/map.jsp?intype=ji#>)

표 2.1-12

부지 주변 지역의 간이 및 소규모 급수시설 현황

구분		시설개수	급수인구	시설용량 ($\text{m}^3/\text{일}$)	일 사용량 ($\text{m}^3/\text{일}$)
기장군	장안읍	7	568	570	570
	일광면	8	565	850	850
	정관면	14	2,380	1,650	1,650
울주군	온산읍	9	300	805	387
	온양읍	22	790	1,461	702
	서생면	15	840	1,705	818

자료 : 국가 수자원관리종합정보 시스템, 간이 상수도, 2014



()

KRN 1 FSAR

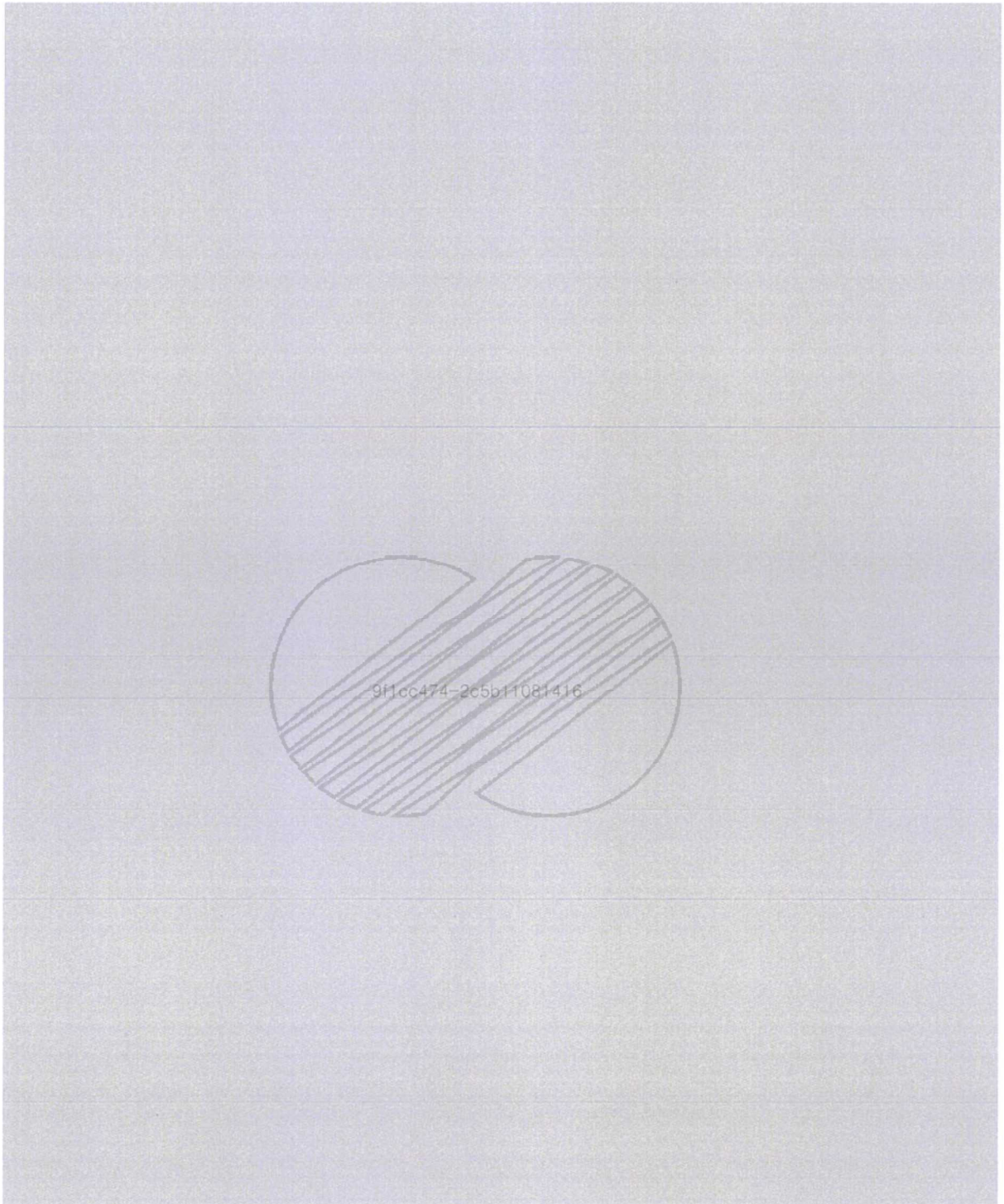


그림 2.1-1

()

KRN 1 FSAR

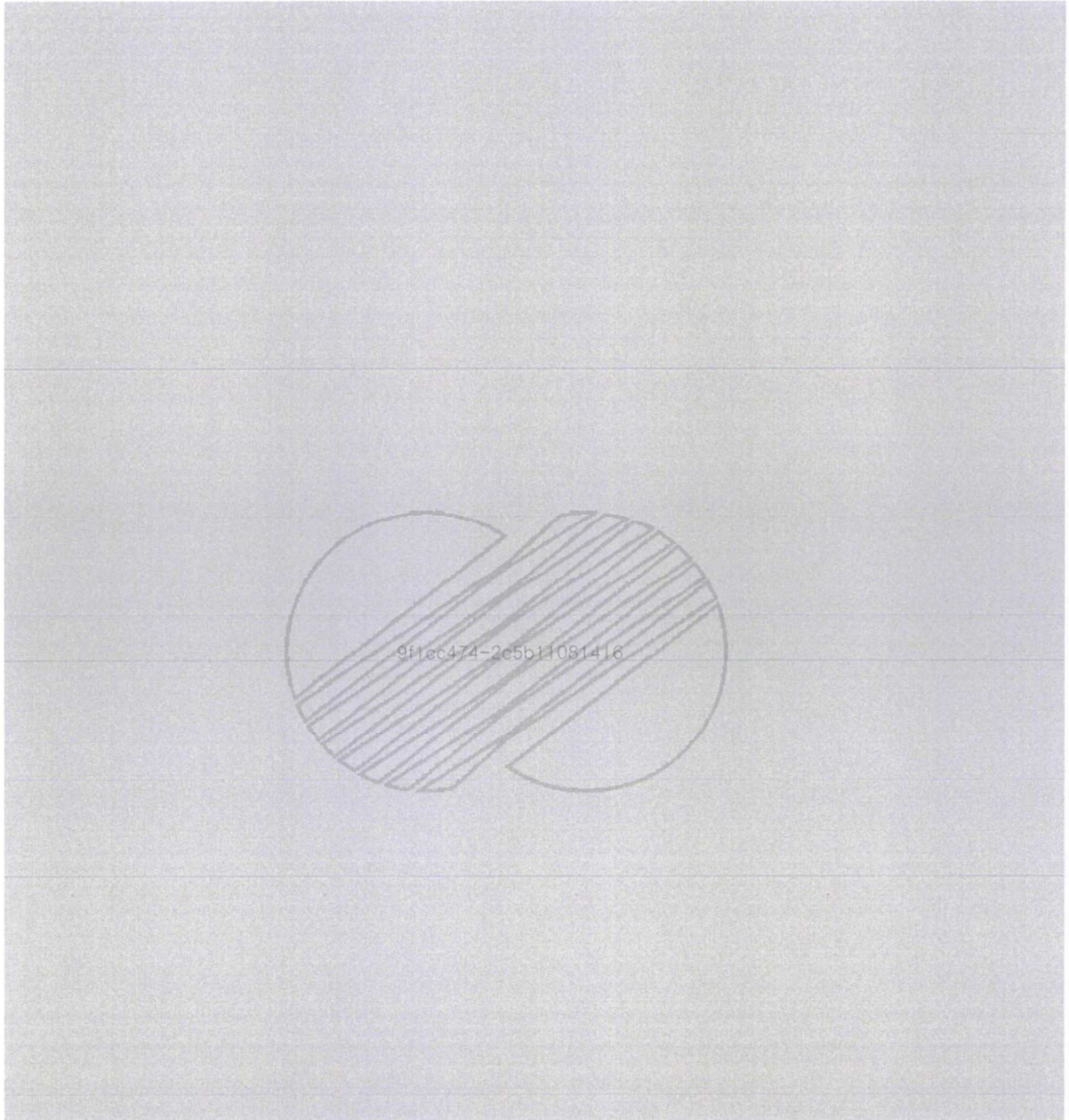


그림 2.1-2

()

KRN 1 FSAR

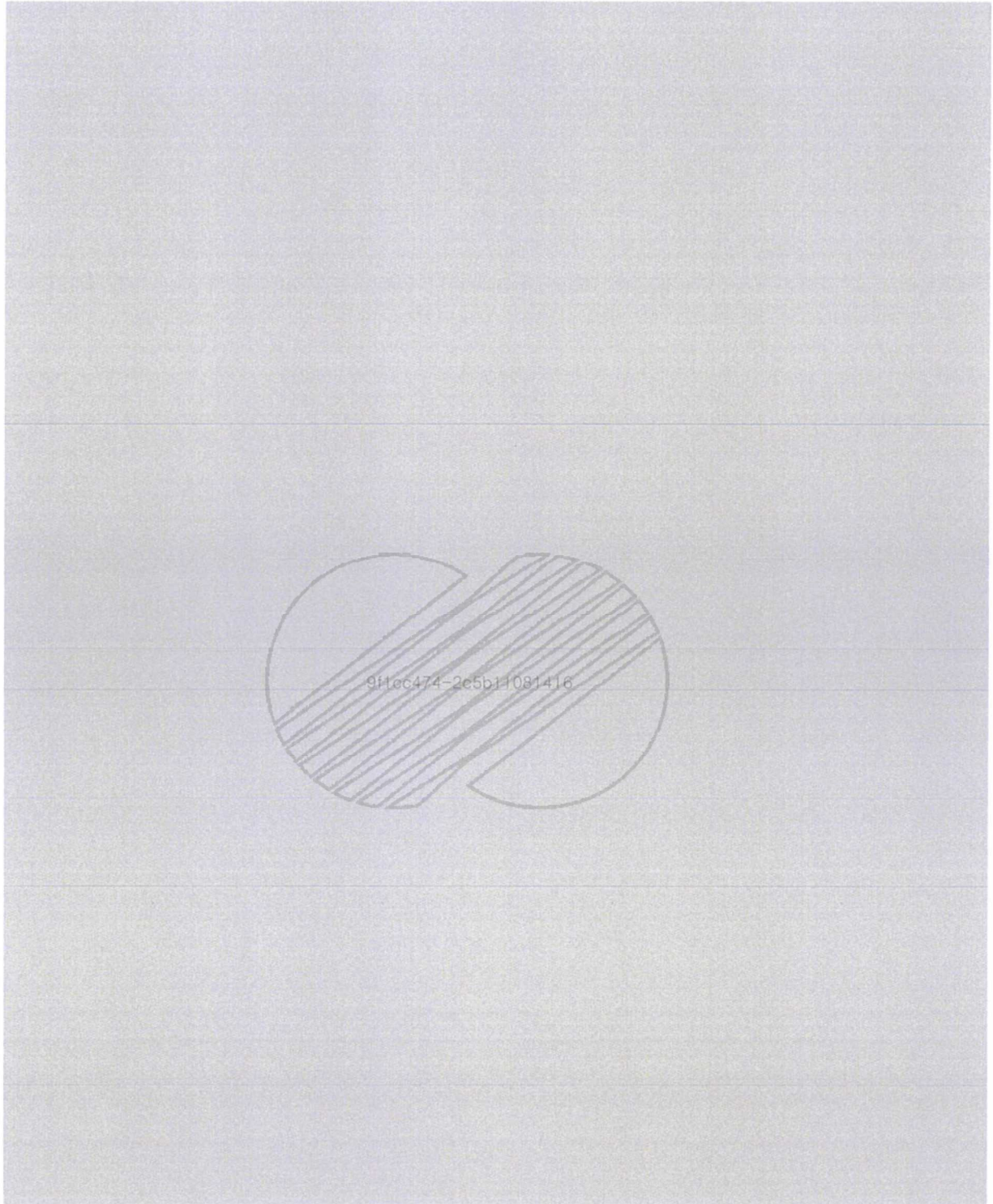
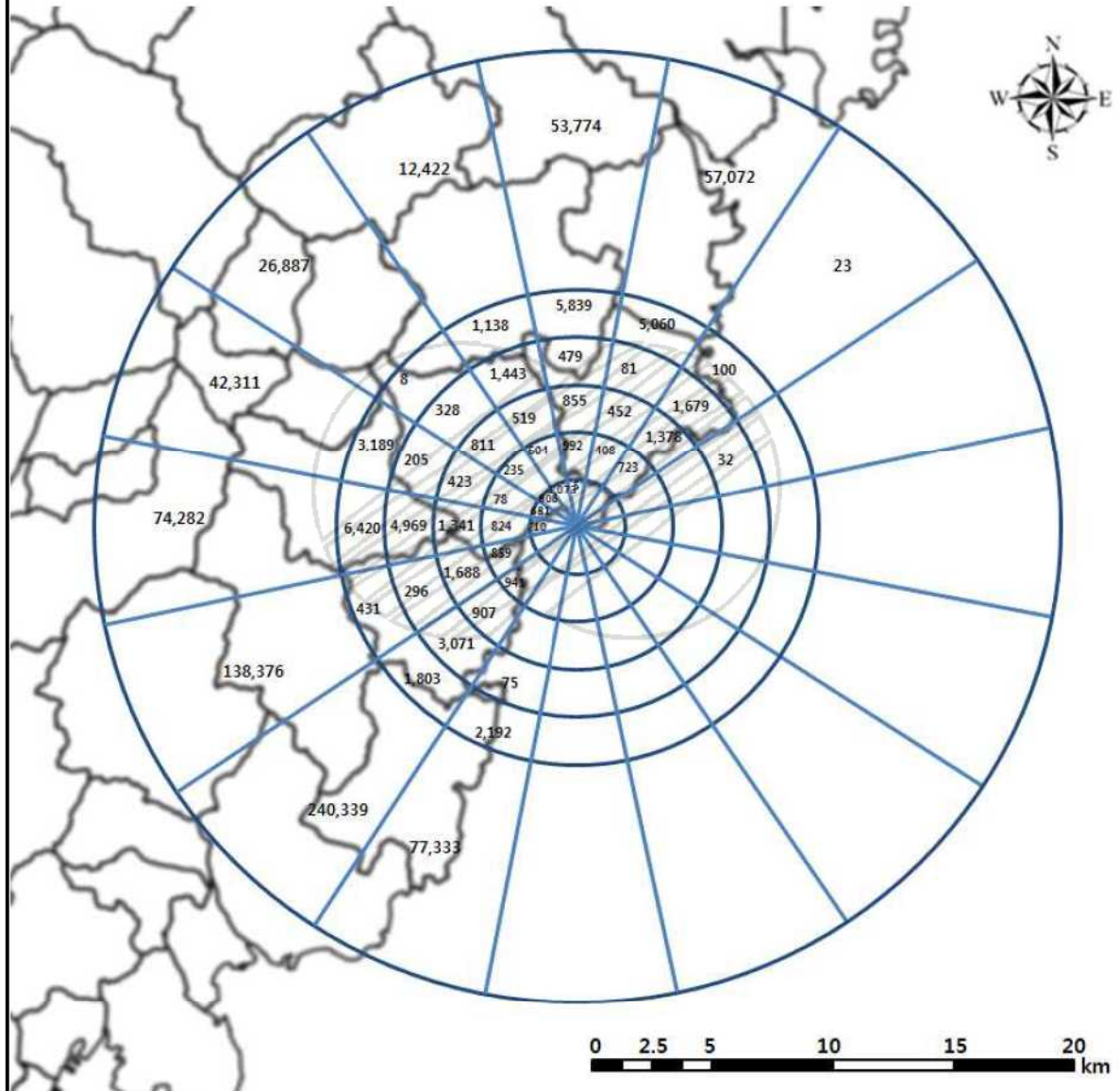


그림 2.1-3

()

KRN 1 FSAR

구간(km)	0~2	2~4	4~6	6~8	8~10	10~20	합계
인구(명)	2,575	5,664	8,374	12,658	26,180	722,819	778,270

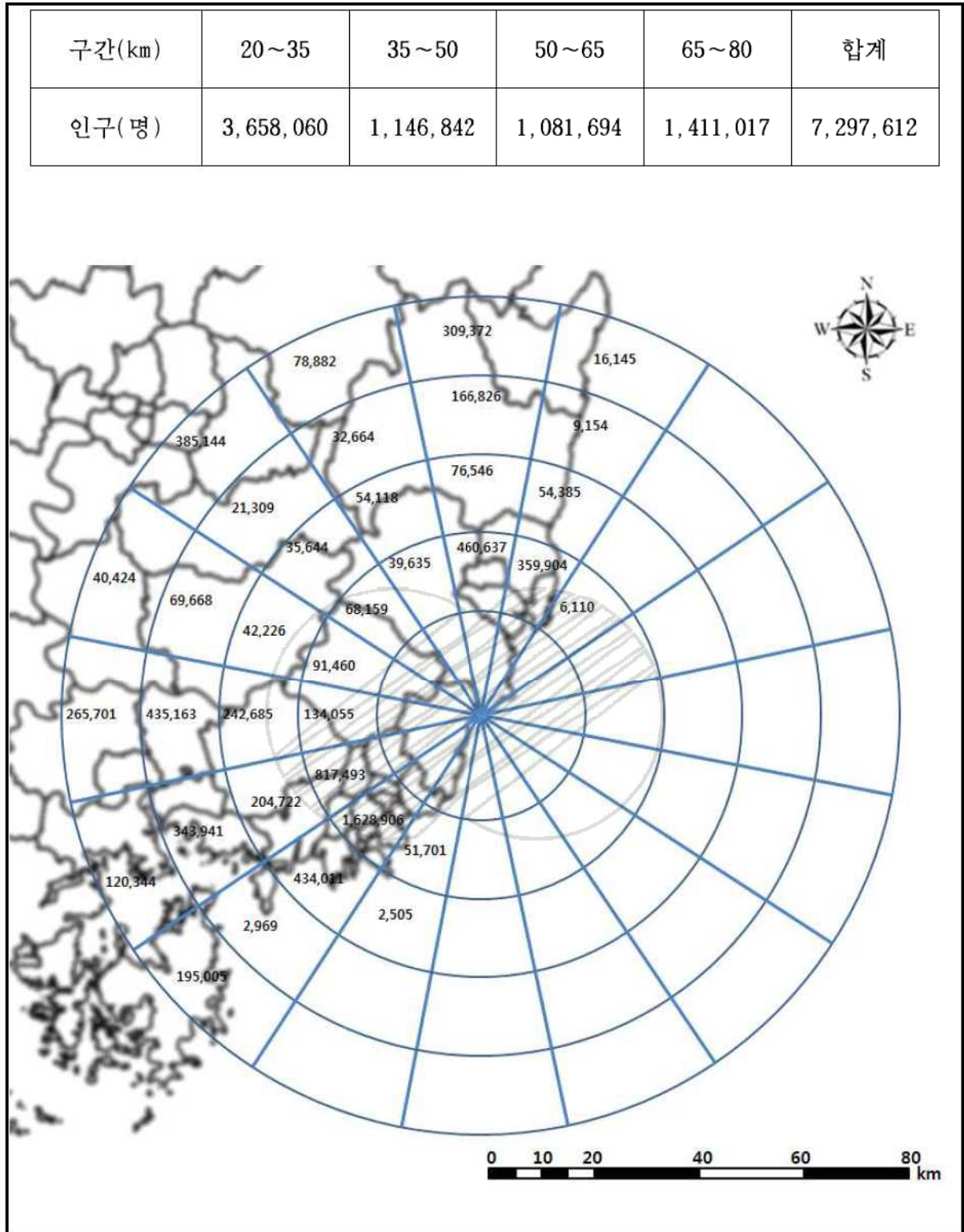


고리 1호기 반경 20km 이내의 구역별 인구수

그림 2.1-4

()

KRN 1 FSAR

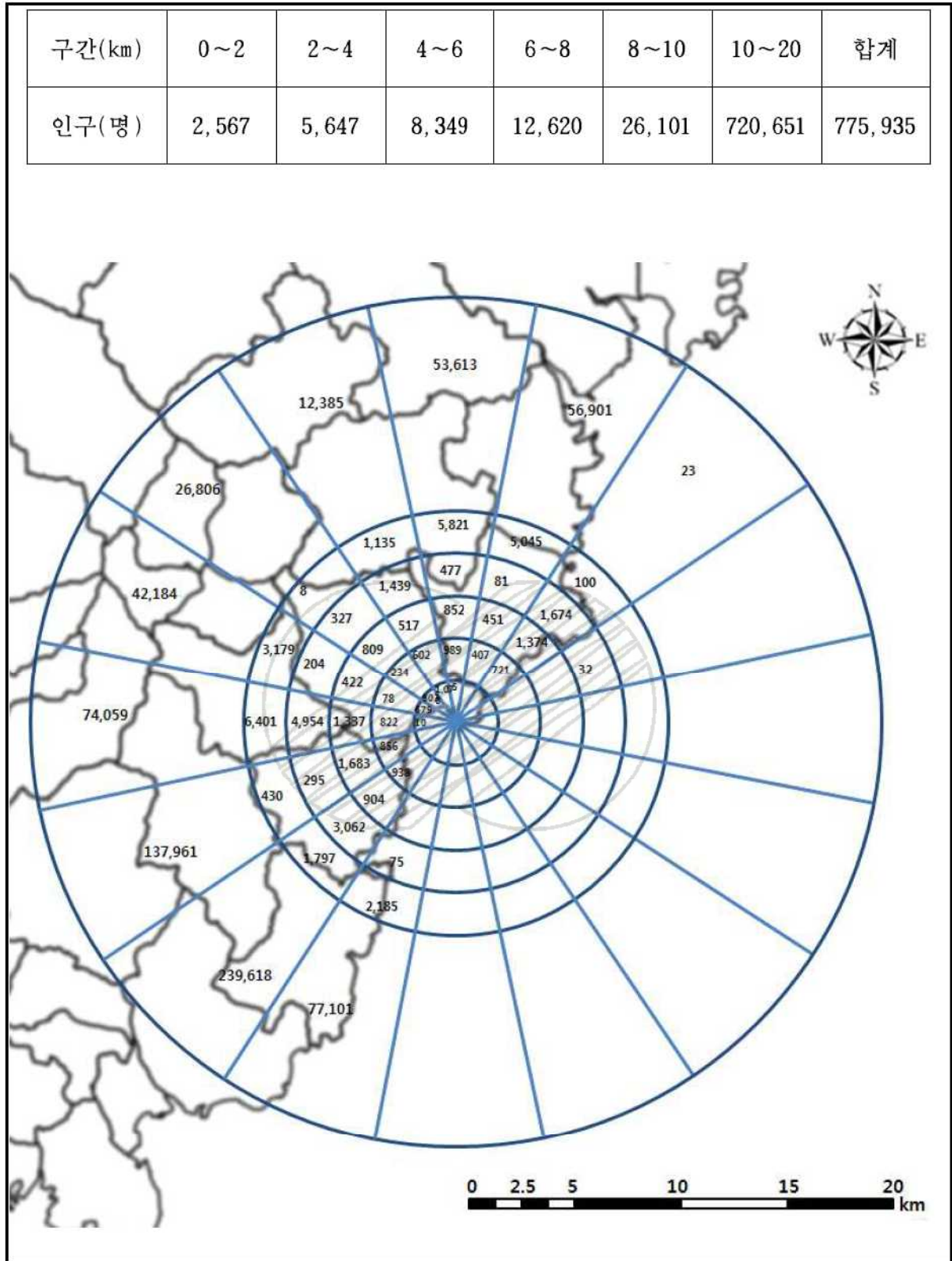


고리 1호기 반경 20~80km 사이의 구역별 인구수

그림 2.1-5

()

KRN 1 FSAR



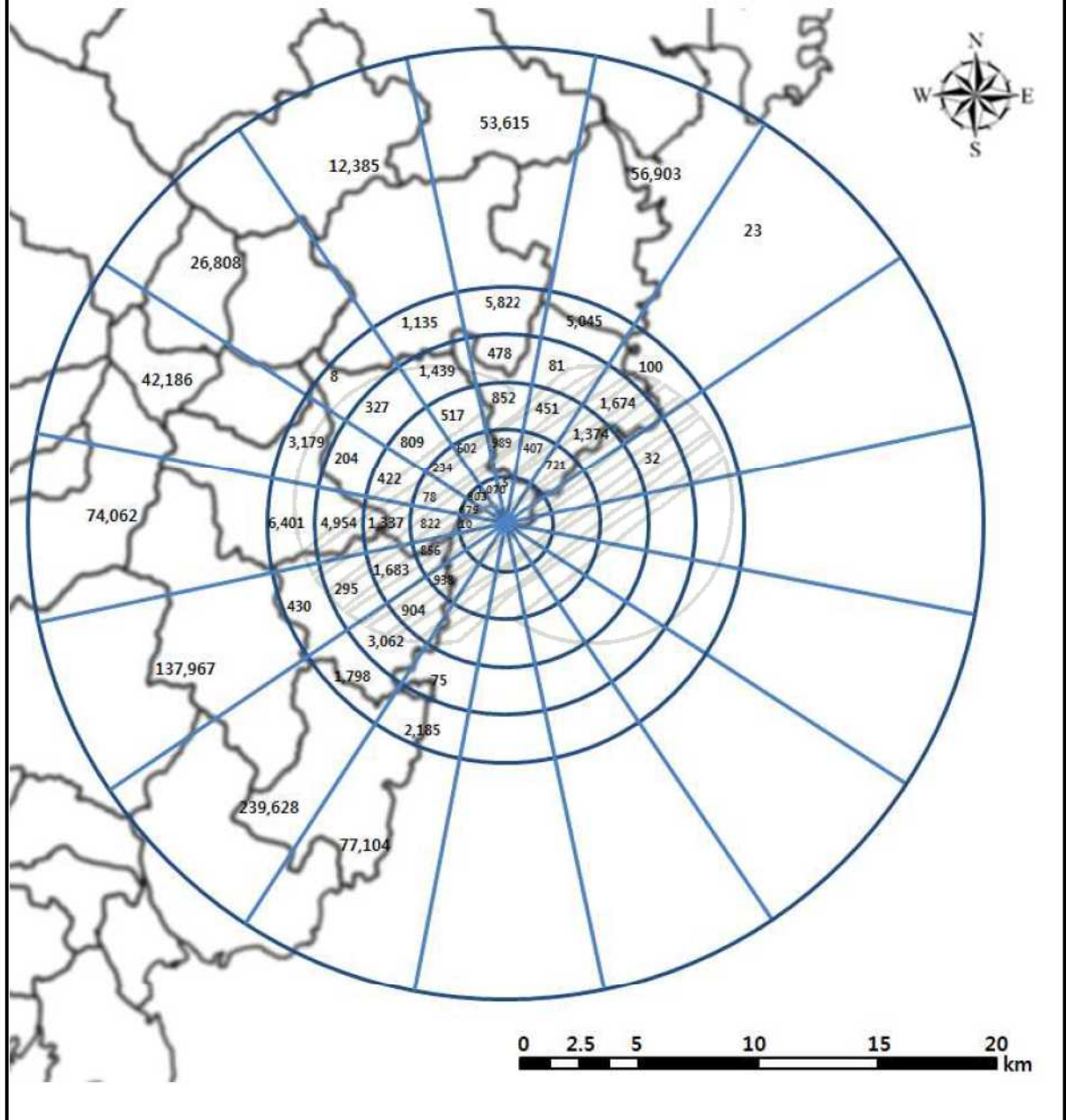
고리 1호기 반경 20km 이내의 구역별 2017년 인구예측

그림 2.1-6

()

KRN 1 FSAR

구간(km)	0~2	2~4	4~6	6~8	8~10	10~20	합계
인구(명)	2,567	5,647	8,349	12,621	26,103	720,681	775,968

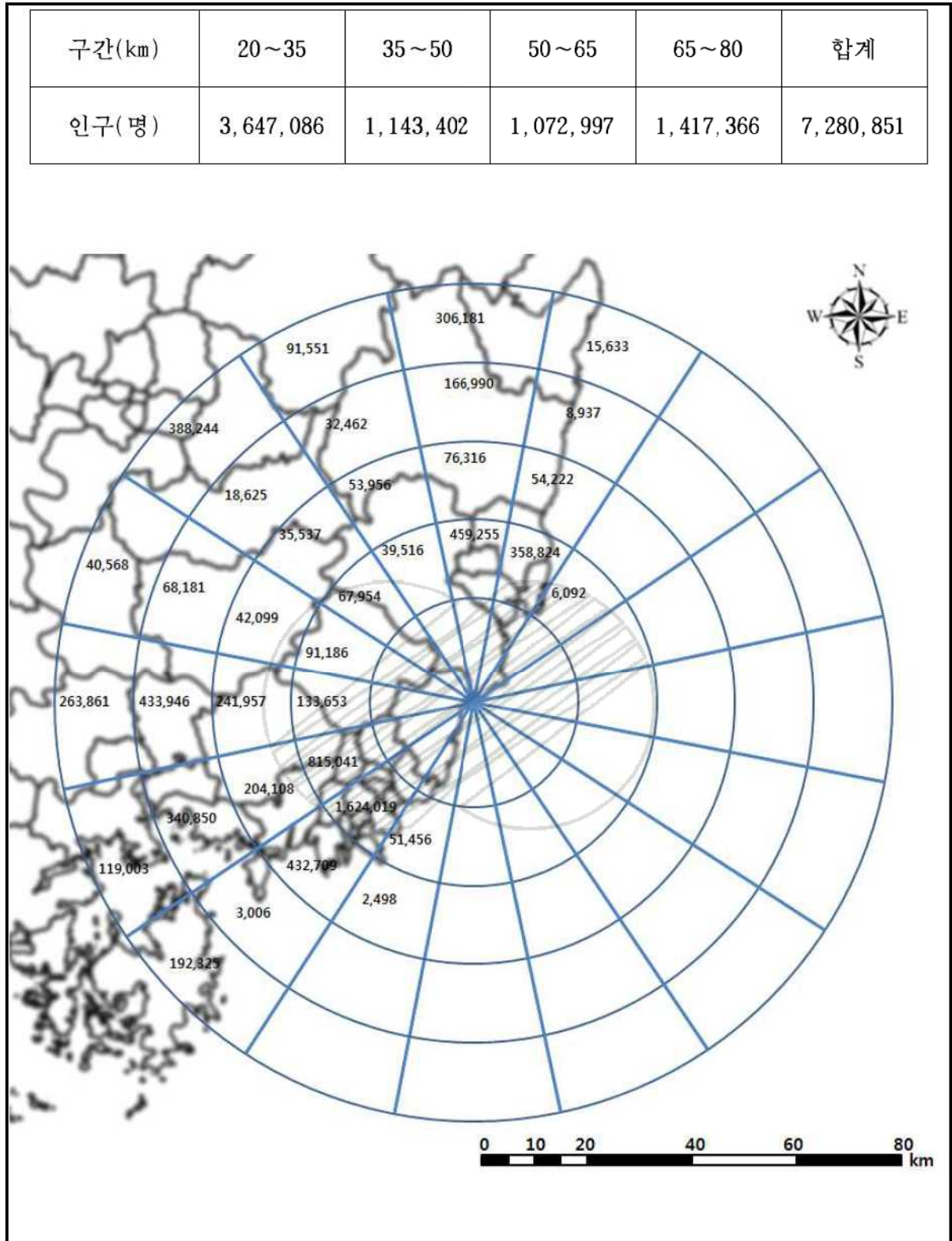


고리 1호기 반경 20km 이내의 구역별 2027년 인구예측

그림 2.1-7

()

KRN 1 FSAR

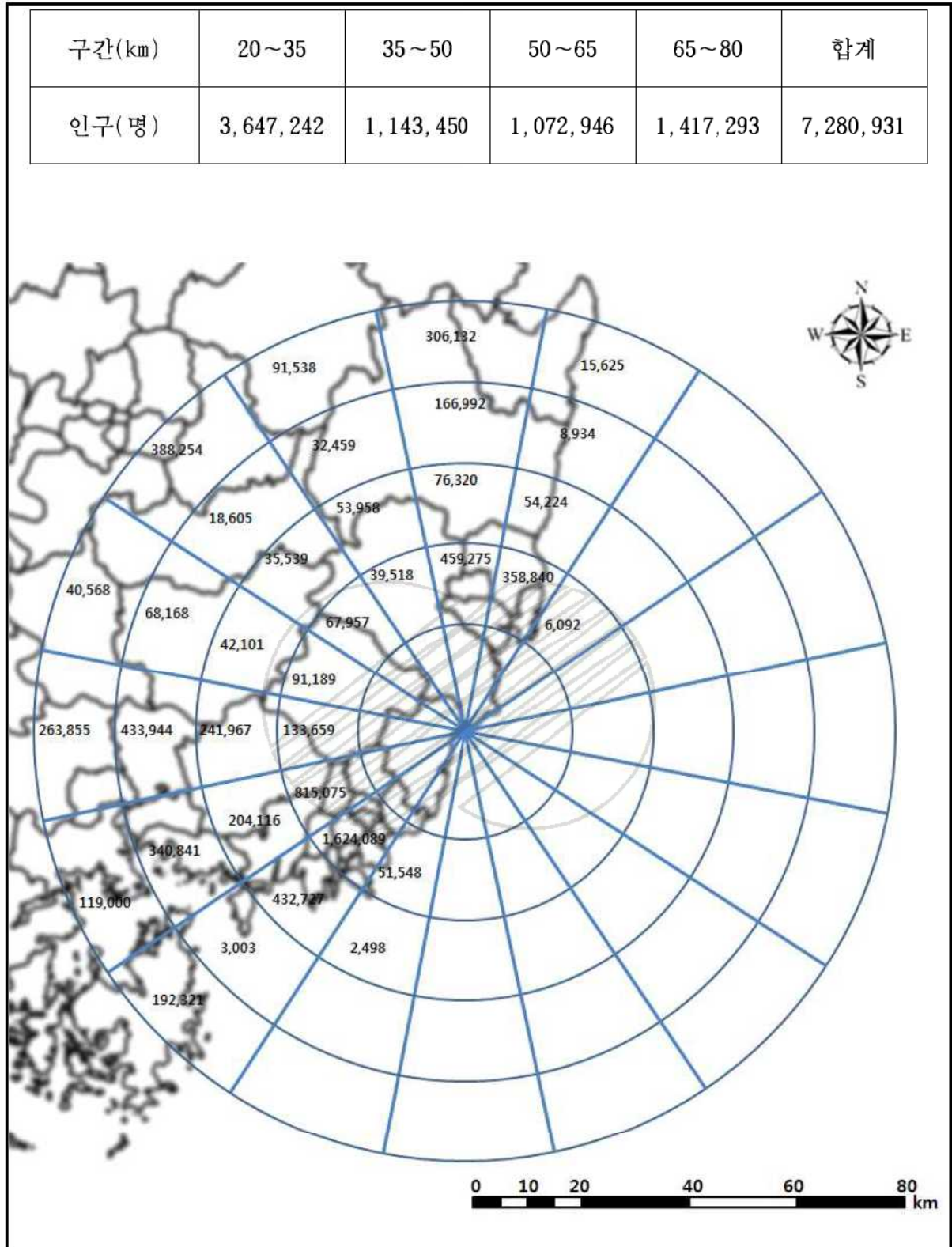


고리 1호기 반경 20~80km 사이의 구역별 2017년 인구예측

그림 2.1-8

()

KRN 1 FSAR



고리 1호기 반경 20~80km 사이의 구역별 2027년 인구예측

그림 2.1-9

()

KRN 1 FSAR

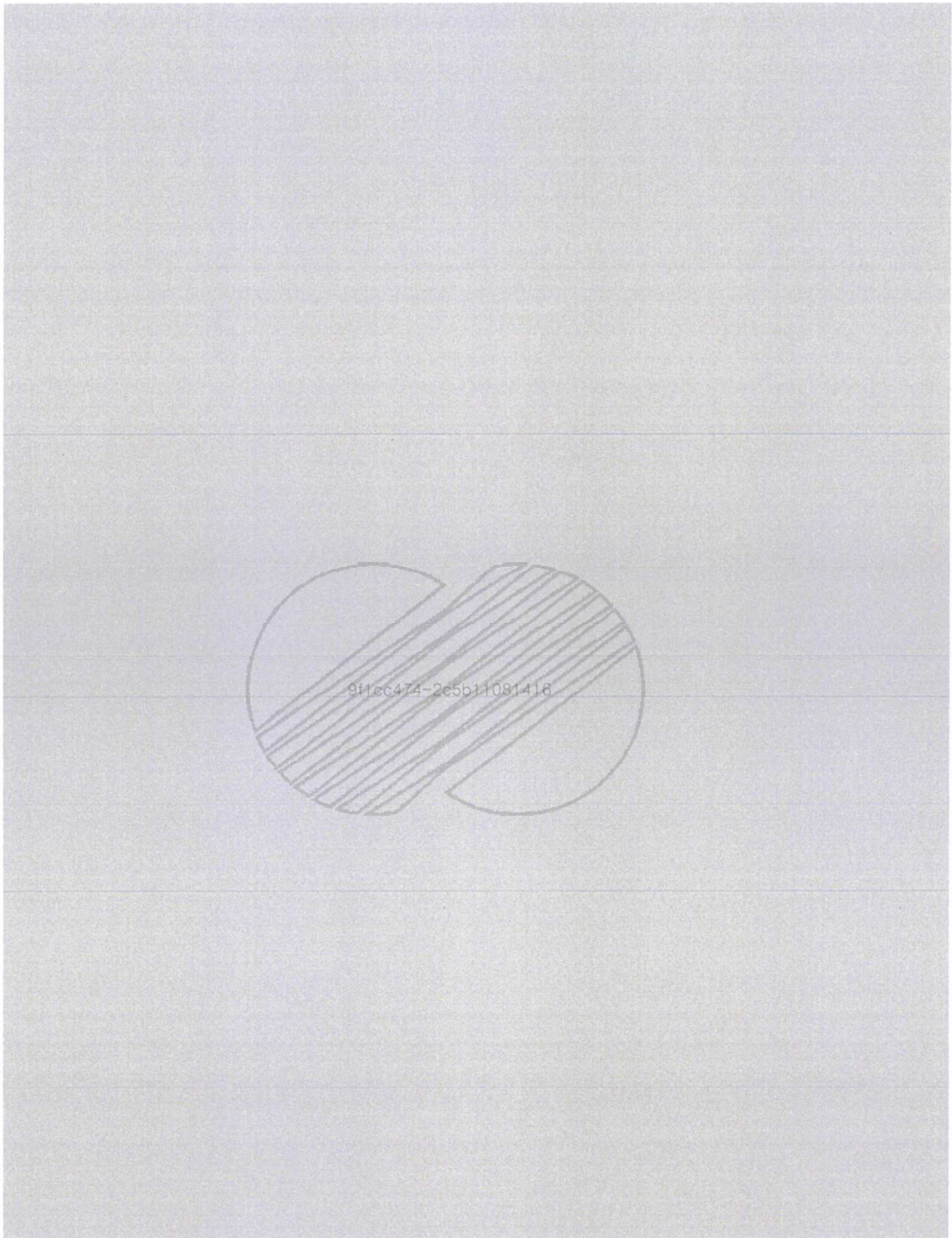


그림 2.1-10

2.2 인접 산업, 교통 및 군사시설

2.2.1 위치와 경로

고리 1호기 부지는 행정구역상 부산광역시 기장군 장안읍에 위치한다. 반경 10 km 이내의 지역에는 부산광역시 기장군 장안읍과 일광면, 울산광역시 울주군 서생면의 대부분을 포함하며 이 외에 부산광역시 기장군 정관면, 기장읍, 철마면과 울산광역시 울주군 온양읍, 온산읍 양산시 덕계동의 일부가 포함된다. 고리 1호기 부지 및 주변 지역은 동북쪽에서 남서쪽에 이르는 지역이 바다와 접하고 있으며, 내륙 쪽에는 대부분 산악지와 구릉지가 분포하고 있다. 고리 1호기가 위치하는 기장군 장안읍의 경우 전체 면적에서 임야가 차지하는 비율이 67.5%(34.49km²)를 차지하고 있다. 전답은 산악지의 일부 완경사지, 계곡, 화산천, 장안천 및 효암천과 같은 소하천의 저지대에 분포한다. 최근 구릉지를 이용한 과수원이 늘어나고 있다. 이 지역의 지목별 점유비율은 임야(63.8%), 논(11.0%), 공장용지(4.6%), 도로(4.1%), 대지(3.7%), 밭(3.0%), 과수원(2.0%), 하천(1.7%)의 순으로 임야의 비율은 높지만 농경지나 도로 또는 주거지의 점유율이 상대적으로 낮은 것으로 나타났다.

부지 부근은 국도 14번과 31번, 60번 지방도, 기장군의 14번, 21번 군도와 동해남부선 철도가 위치하는데 이를 그림 2.2-1에 나타내었다. 부지 주변의 대부분의 하천은 관개용수 및 생활용수의 근원이 되고 있다. 가장 긴 하천은 유로연장 17.68km의 좌광천이며, 효암천은 고리원전의 발전용수로 이용되고 있다. 토지이용 측면에서 살펴보면 부지 주변 지역은 농업과 어업을 주로 하는 1차 산업이 대부분이었으나 2002년 1월 4일부로 개발제한구역에서 해제되어 개발이 진행되고 있다. 장안읍 반룡리 일원에 장안일반산업단지(1,317,000m²)가 2010년 3월에, 장안읍 기룡리 일원에 기룡일반산업단지(84,000m²)가 2007년 12월에 준공되었으며, 기룡제2일반산업단지(46,000m²)는 2010년 12월 준공되었다. 또한, 부산-울산간 고속도로와 14번 국도를 주변으로 명례지방산업단지가 2010년 3월 준공되는 등 활발한 산업활동이 진행됨에 따라 점차 산업시설물이 증가할 것이다.

2.2.1.1 공항 및 항로





우리나라 연안 해역은 해상교통안전법에 의거 유조선 통항 금지해역으로 지정되어 있으며, 고리 부지 해안으로부터 8km 이내의 해역도 통항 금지해역에 포함된다. 이 외에

상기 중·저준

위 방사성폐기물을 운반하기 위한 항로를 제외하고는 반경 10km 이내의 해역에는 민간 선박항로가 없으며 상업운항은 소형어선으로 제한되어 있다.

2.2.1.3 도로

부지 인근에는 2008년 12월에 개통된 부산-울산 고속도로(동해고속도로 부산-울산 구간)가 부지로부터 서북서쪽으로 5.5km 떨어진 곳을 남북방향으로 통과한다. 또한, 부지에서 북쪽으로 약 1.1km 떨어진 지역에 31번 국도(동래~기장선)가 지나고, 거제와 포항을 연결하는 14번 국도(기장군 전체 연장 25.5km)가 서북서쪽으로 약 4.1km 떨어진 곳을 통과한다. 부지로부터 남서쪽 4.0km 지점에서 60번 지방도가 31번 국도와 연결되어 있으며 이 도로의 서쪽은 14번 국도와도 연결되어 있다. 기장군의 13번 군도(좌천~문중)와 14번 군도(길천~장안사), 울주군의 33번 군도(내광~화정)와 6번 군도(남창~원산)는 14번 국도와 31번 국도를 연결하고 있으며, 기장군 21번 군도(철마~일광)는 14번 국도로부터 내륙 쪽 산간마을을 연결한다

2.2.1.4 철도

울산을 경유하여 부산, 경주지역을 운행하는 동해남부선철도가 부지에서 북북서쪽으로 약 1.2km 떨어진 지역을 통과한다.

2.2.2 시설의 설명

부지로부터 반경 10km 이내에는 소규모의 주유소와 유류제품 저장시설이 위치할 뿐 대규모 가스 및 휘발유 등의 저장 시설물이 없다. 부지에서 북동쪽으로 20km 떨어진 지점에 총 조성면적 3,932km²의 울산석유화학공단이 위치하고 있다. 특히 울산석유화학공단 내에 S-Oil 온산공장이 가동중이며, 하루 최대 92,162kl(약 580,000 bbl)의 원유를 정제할 수 있는 시설을 보유하고 있다. 또한 부지로부터 반경 10km 이내 지역에 채석장은 없으며 부지 서남서쪽으로 6.4km 떨어진 곳에 연간 250톤의 동광석을 생산하는 일광광산이 있었으나 1994년에 폐광되었다. 부지로부터 가장 근접하여 있는 주요 산업시설물은 부지에서 남서쪽으로 9.0km 떨어져 있는 한국유리공업(주) 부산공장이다.

부지 인근지역의 경우 2002년 1월 4일부로 개발제한구역에서 해제되어 개발이 진행되고 있으며, 장안읍 반룡리 일원에 장안일반산업단지(1,317,000m²)가 2010년 3월에, 장안읍

기룡리 일원에 기룡일반산업단지(84,000m²)가 2007년 12월에 준공되었으며, 기룡제2일반산업단지(46,000m²)는 2010년 12월 준공되었다. 또한, 부산-울산간 고속도로와 14번 국도를 주변으로 명례지방산업단지가 2010년 3월 준공되는 등 활발한 산업활동이 진행됨에 따라 점차 산업시설물이 증가할 것이다.

부지로부터 반경 10km 이내의 지역에는 가스나 유류의 수송을 위한 송유관 시설과 군사용 비행장, 탄약고, 병기 시험장 및 미사일 기지 등의 특기할 만한 군사시설이 존재하지 않는다.

2.2.3 평가

부지로부터 10km 이내에는 폭발물 및 유독물을 취급하는 시설은 없고 유류 및 가스를 공급하기 위한 송유관도 위치하지 않으며, 탄약고, 병기 시험장 및 미사일 기지 등의 군사시설도 위치하지 않는다. 따라서 발전소에 영향을 줄 유해인자는 없다.

2.2.4 참고문헌

1. 한수원, 신고리 1,2호기 최종안전성분석보고서



KR\ 1 FSAR

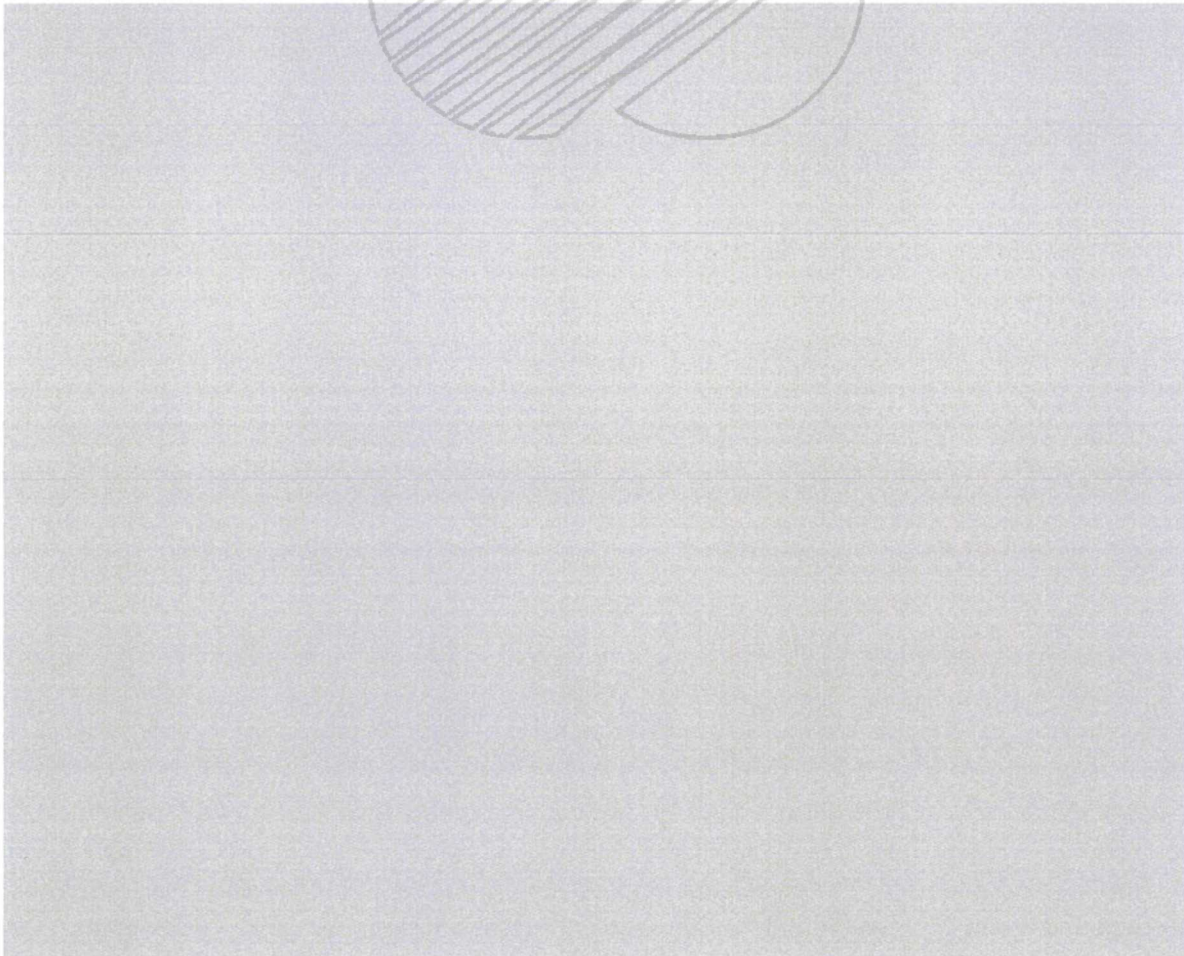


그림 2.2-1

2.3 기상

2.3.1 지역기후

2.3.1.1 자료 근거

고리 지역의 일반적 기후특성을 기상청의 기상자료를 이용하여 조사하였으며, 특히 부산 및 울산에 대한 한국기후표(참고문헌 1) 및 기상연보(참고문헌 2)의 자료를 주로 이용하였다. 부산 및 울산에 대한 기후요소들의 극치는 기상청에서 발행된 기상연보와 누년 기후극값(참고문헌 3), 기상청 홈페이지(참고문헌 4)를 참조하였다.

2.3.1.2 기후 개략

우리나라는 유라시아 대륙의 동안에 위치하고 있으며 고리 부지는 한반도 남동해안에 위치하고 있다. 우리나라의 기후는 계절별로 변화하는 대륙과 해양사이의 기압배치와 위도, 해류 및 지형 등의 모든 기후인자 및 기후요소가 종합되어 결정된다.

계절별로 살펴보면, 겨울에는 시베리아 대륙성 한대기단의 영향을 받아 서고동저형의 기압배치를 이루고 한랭건조한 북서계절풍이 강하게 분다. 봄에는 양쯔강 유역에서 발달된 대륙성 한대기단이 겨울에 발달했던 시베리아 고기압의 약화로 그 일부가 분리되어 이동성 고기압을 발달시킴에 따라 약 3~4일 간격으로 이동성 고.저기압이 통과하고 변덕스러운 날씨변화와 북풍계열에서 서풍계열로 전환되는 바람분포를 보인다. 여름에는 북태평양의 해양성 열대기단 영향을 받아 남고북저형의 기압배치를 이루어 남서 또는 남동계절풍이 불며, 고온다습한 기후특성을 나타낸다. 또한, 북태평양 기단과 오호츠크해 기단사이에 정체성 장마전선이 형성되어 많은 강수현상이 나타난다. 가을로 접어들면서 북태평양 고기압이 점점 쇠약해지는 반면, 시베리아 고기압이 발달하기 시작하면서 여름철의 남고북저형 기압배치가 무너지게 되고 중국 북부에 위치한 고기압의 일부가 분리되어 이동성 고기압이 우리나라를 자주 통과하게 된다. 이로 인하여 시원하고 건조한 바람이 불고 청명한 날씨가 되며 기온의 일교차가 비교적 크게 나타난다. 이 때 바람은 남풍계열에서 북풍계열로 변하기 시작한다.

2.3.1.1.1 기온

우리나라의 기온 분포는 중북부 산간지방을 제외하고 대체로 연평균 기온은 10~16℃이며, 북쪽은 낮고 남쪽은 높은 기온분포를 보인다. 그리고 해안지방은 등위도 선상의 내륙지방보다 다소 높은 기온분포를 보이며 기온이 상대적으로 낮은 지역은 태백산맥과 소백산맥을 따라 형성되고 있다. 한편, 1월의 평균 최저기온은 연평균 기온 분포보다는 등온선이 다소 단조롭게 나타나고 있으나 대체로 비슷하다. 즉, 내륙에는 저온역이, 해안지방에는 고온역이 형성되어 있으며 제주도를 제외하고는 전국이 -2~-12℃의 분포를 보여주

고 있다. 8월의 평균 최고기온은 24 ℃에서 31 ℃의 분포이며 기온의 연교차는 북쪽으로 갈수록, 내륙지방으로 갈수록 증가한다. 이상 기술된 기온분포에서 우리나라는 대체로 대륙성 기후의 특성이 많음을 알 수 있다. 한편, 부산과 울산의 최고기온은 각각 36.7℃, 38.8℃였고, 최저기온은 -14.0℃과 -16.7℃이었다(표 2.3-1).

2.3.1.1.2 강수량

강수량은 전국적으로 1,000~1,700 mm의 분포를 보인다. 우리나라는 계절에 따른 강수량의 변화가 뚜렷하며, 특히 장마철이 있는 여름철(6, 7, 8월)의 강수량은 연간 총강수량의 40~60%에 달한다. 이 기간 동안 집중호우로 인한 홍수가 매년 발생하는데 이러한 집중호우는 6월부터 9월 사이에 통과하는 태풍이나 국지적인 폭풍우에 기인한다. 한편, 부산 및 울산의 평균 연강수량은 1,506.3mm과 1,283.4mm이었다(표 2.3-2).

2.3.1.1.3 상대습도

우리나라의 평균 상대습도 분포는 65~75% 정도이며, 내륙에 위치한 영주 및 안동 지방이 65%로 낮고, 서해안지방이 75% 이상으로 높다. 부산 및 울산의 연평균 상대습도는 각각 65%, 67%이다(표 2.3-2).

2.3.1.1.4 바람

우리나라의 겨울철에는 주로 북서풍이, 여름철에는 남동 또는 남서풍이 주를 이루며, 봄철과 가을철에는 풍향변화가 많다. 풍속은 제주도, 울릉도 등 도서지방에서 4.7~4.8m/s로서 높고, 그 밖의 지역은 2~3m/s의 분포를 보이고 있다. 부산 및 울산의 연평균 풍속은 각각 3.9m/s, 2.3m/s로 나타났다(표 2.3-2).

2.3.1.1.5 안개

부산과 울산의 평균 연간 안개일수는 각각 16.9일, 9.5일이고, 주로 4~7월에 빈번하게 발생한다.

2.3.1.3 극한 기상

2.3.1.3.1 최대풍속

관측기간 동안 폭풍으로 인하여 부산(1904년~2014년)과 울산(1932년~2014년)에서 기록된 최대풍속은 부산 북동풍 35.0m/s 및 울산 동북동풍 31.7m/s로서 부산에서는 1904년 8월 20일, 울산에서는 1959년 9월 17일에 발생하였다(표 2.3-1).

관측기간 동안 태풍으로 인하여 부산(1975년~2014년)과 울산(1975년~2014년)에서 기록된 최대풍속은 2003년 9월 12일 MAEMI가 우리나라를 통과할 때 발생하였으며, 이때 부산과 울산의 풍속은 각각 26.1m/s과 18.3m/s 이었다.

부산(1937년~2014년) 및 울산(1960년~2014년)에서 폭풍으로 인하여 관측된 최대순간풍속은 부산 43.0m/s와 울산 36.7m/s로 모두 1987년 8월 31일에 기록되었다(표 2.3-1). 부산(1975년~2014년) 및 울산(1975년~2014년)에서 태풍이 통과할 때 관측된 최대순간풍속은 부산 42.7m/s(2003년 9월 12일, MAEMI)와 울산 37.1 m/s(2004년 8월 17일, MEGI) 이었다.

2.3.1.3.2 토네이도

토네이도(tornado)는 미국의 중부와 동부 내륙에서 자주 일어나는 수평방향보다 수직방향의 발달규모가 큰 소용돌이성 바람을 가리키는 고유 이름이었는데, 지금은 지역에 관계없이 이와 유사한 바람 발달구조를 가리킨다. 우리나라는 지형조건 등이 토네이도 발생에 적합하지 않아 육상에서의 토네이도 발생은 거의 없다.

현재까지 우리나라에서 발생한 토네이도에 대한 기록을 살펴보면, 1964년 9월 13일 서울 근교 독섬지방을 지나간 작은 규모의 토네이도와 1980년 7월 사천, 1985년 7월 10일 횡성-평창, 이천-음성, 안성 일원, 1989년 10월 12일 충남 홍성에서 발생한 토네이도가 있다. 또한 2014년 6월에는 경기도 고양에서 토네이도가 발생하여 비닐하우스 20여동이 피해를 입고 부상자가 발생하였다. 이 토네이도는 기상청에서 용오름 현상이라고 발표되었으며, 후지타(Fujita) EF0 규모 이하로 추정되었다. 고리1호기 부지에서는 토네이도가 발생한 이력이 없다.

한편 1985년 10월 14일, 1988년 10월 18일, 1988년 11월 27일, 2001년 8월 25일, 2003년 10월 3일, 2005년 10월 22일 울릉도 해상에서 발생한 용오름, 1996년 11월 27일 서귀포에서 발생한 용오름 등이 있다. 또한 최근 2012년 강릉 앞바다에서도 용오름이 관측된 바 있다. 그러나 이러한 용오름은 보통 지름이 100m 이하이며 풍속도 초속 25m 이하로 일반적인 토네이도보다 규모가 작고 파괴력도 약하다. 따라서 토네이도와 관련되어 수집된 사진 및 목격기록을 참조한 피해정도를 근거할 때 우리나라에 토네이도가 발생한다면 그 크기는 후지타-피어슨의 F1급에 해당될 것으로 예상되며 F1급 회오리바람의 특성치는 다음과 같다.

가. 최대풍속	: 110mph(49m/sec)
나. 최대 회전풍속	: 88.4mph(39.5m/sec)
다. 최대 병진풍속	: 21.3mph(9.5m/sec)
라. 최대 기압력강하	: 0.27psi(18.7hPa)
마. 최대 회전속도의 반경	: 164ft(50m)

2.3.1.3.3 태풍 및 폭풍

과거 1961년~2014년 동안에 부지 부근을 통과하여 비교적 심하게 피해를 준 태풍은 43개였으며(참고문헌 2 및 참고문헌 5), 현황을 표 2.3-3에 제시하였다. 한편, 풍속 13.9m/s 이상인 저기압성 폭풍의 연평균 발생일수는 부산은 17.6일, 울산의 경우 11.4일로 나타났다(표 2.3-2).

2.3.1.3.4 뇌전

부산 및 울산 지역의 평균 연간 뇌전 발생일수는 부산 11.3일, 울산 11.4일 이었으며 월별로는 6, 7, 8월에 발생빈도가 가장 높고, 이 기간 중 부산에서는 6.7일, 울산에서는 7.4일 발생하였다.

2.3.2 국지기상

2.3.2.1 자료 근거

1970년 기상관측 이래 2013년 12월까지 발전소에 설치된 부지기상탑으로부터 관측된 기상자료에 대하여 기온, 강수량, 상대습도, 풍향 및 풍속 등 국지적인 기상특성을 분석하였다.

2.3.2.2 기상요소의 극값과 평균값

분석기간 동안의 기상요소의 극값은 표 2.3-1에, 부지지역의 각 기상요소별 분석결과는 표 2.3-4에 제시하였다.

2.3.2.2.1 기온

부지의 연평균 기온은 14.3℃이고 월평균 기온의 최고값은 8월의 26.2℃, 최저값은 1월의 1.1℃이다. 통계기간 중 최고 극기온은 2002년 8월 2일에 기록된 38.7℃였고, 최저 극기온은 2011년 1월 16일에 기록된 -15.3℃였다.

2.3.2.2.2 강수

부지의 연평균 강수량은 1,235.6mm였으며 월간강수량의 최댓값은 2009년 7월의 575.5mm였다. 여름철(6, 7, 8월)의 강우집중률은 40.9%이고 24시간 최대강수량은 324.2mm로 1984년 9월 3일에 기록되었다.

2.3.2.2.3 상대 습도

부지에서 상대습도는 여름철에 높았으며, 겨울철에는 낮았다. 연평균 상대습도는 67.4 %이고 최저습도는 2000년 12월에 기록된 6.2 %였다.

2.3.2.2.4 풍향 및 풍속

2004년 1월부터 2013년 12월까지 부지에서 측정된 10 m에서의 연평균 풍속은 2.5 m/sec이고 1~3월이 2.8 m/sec로 최대이었고 1, 2, 3, 4, 12월이 2.7 m/sec 이상으로 큰 값을 보였다. 가장 낮은 평균풍속은 7월의 2.1 m/sec로 계절별 및 월별 편차가 약간 나타났다.

부지기상관측 이래로 나타난 최대풍속은 1987년 7월 15일에 기록된 26.8 m/sec였으며, 순간최대풍속은 2004년 8월 19일에 기록된 39.5 m/sec였다.

한편, 2012년 1월부터 2013년 12월까지 최근 2년 동안 부지에서 관측된 바람자료 중 연평균 풍향 발생빈도를 보면 북북서풍이 우세하게 나타났다. 고도별로는 지상 10 m에서는 북서풍 계열이 우세한 가운데 지상 58 m에서는 북서풍과 남서풍 계열이 우세하게 나타났다(그림 2.3-1). 한편 계절별 해륙풍 발생빈도를 보면 육풍이 해풍보다 우세함을 알 수 있다(표 2.3-5). 그림 2.3-2 및 표 2.3-6에는 2012년 1월부터 2013년 12월까지의 최근 2년 동안 풍속등급별 발생빈도를 분석하여 제시하였다. 58m 높이에서 측정된 기상자료는 3.0 m/s 미만의 약한 바람이 부는 경우가 전체의 19.4%였으며, 10.0 m/sec 이상의 강풍이 부는 경우는 연간 5.1% 정도로서 특히 봄에 강풍이 부는 경우가 타 계절에 비하여 빈번하였다.

2.3.2.2.5 풍향의 지속도

풍향의 지속도는 방사능물질 유출시 예상 피폭선량 산출에 매우 중요하다. 풍향의 지속도란 어느 한 방향 혹은 어느 각도 범위의 바람이 계속해서 부는 것을 말한다. 그림 2.3-3은 부지에서 관측된 바람이 “t”시간 이상 동일방향으로 불 확률을 보여준다. 동일방향으로 11시간 이상 계속 불 확률은 4.0 %, 18시간 이상 계속 불 확률은 0.52 % 정도이다. 부지에서 6년 동안 관측된 기록을 통하여 나타난 최대지속시간은 1971년 1월 21일, 1972년 5월 21일의 23시간이었다. 두 기간 동안 난류가 강하였으며 평균풍속은 4.4m/s와 5.5m/s이었다. 22.5°범위로 구분된 풍향별 최대 지속시간을 그림 2.3-3에 나타내었다. 6년의 관측기간 동안 정온이 7시간 넘게 지속하는 경우는 없었다.

2.3.2.2.6 대기안정도

대기안정도는 대기의 확산능력을 평가함에 있어서 매우 중요하다. 본 보고서에서는 대기안정도를 연직 기온구배에 따라 분류하였다. 대기의 안정상태는 강한 대기의 역전과 연관

이 있으며, 대기확산능력은 약해진다. 대기의 불안정상태는 강한 기온 감률과 연관이 있으며 대기확산에 유리하다.

부지에서 관측된(2012-2014) 대기안정도별 발생 빈도를 표 2.3-7에 나타낸 바, 안정상태(표 2.3-7의 E, F 및 G)는 14.6%였다. 고리 부지에서의 계절별 및 연간 대기안정도 분포를 표 2.3-8에 나타내었다. 안정상태가 가장 많이 발생한 계절은 겨울이었으며, 불안정상태는 여름에 많이 발생하였다. 방향별 연평균 안정도 분포를 그림 2.3-4에 나타내었다. 해풍 및 육풍에 따른 계절별 및 연간 대기안정도 분포를 각각 표 2.3-9 및 표 2.3-10에 나타내었다. 불안정상태는 해풍에서 겨울에 67.83%로 가장 많이 발생하였으며, 육풍에서 여름에 71.46%로 가장 많이 발생하였다. 해풍에서는 가을에 안정상태가 20.89%로 가장 많이 발생하였으며, 육풍에서는 겨울에 20.53%로 가장 많이 발생하였다.

2.3.2.3 발전소 및 부대시설이 국지기상에 미치는 잠재적 영향

발전소의 구조물이 기상학적으로 중간규모(Mesoscale)에 해당되는 국지기상에 미치는 영향은 별로 크지 않다. 또한 부지정지 및 발전소 구조물의 건설에 따른 지형 변화가 기후에 미치는 영향은 거의 없다. 그러나 이와 같은 지형변화 및 구조물 건설 등이 미기상에 미치는 영향은 복잡하므로, 기상탑에서의 관측자료 만으로는 평가하기가 힘들다. 새로운 구조물은 바람의 역학적 난류를 증가시켜 대기의 희석능력이 증가된다. 이러한 영향은 그 구조물로부터 풍하거리가 증가됨에 따라 급격히 감소되며 원거리에서는 별로 영향을 미치지 않게 된다.

2.3.2.4 지형학적 기술

고리 1호기 반경 10km 이내의 방위별 지형 종단면도는 그림 2.3-5와 같고 부지 반경 80km 이내 지역의 지형도를 그림 2.3-6에 나타내었다.

2.3.3 부지기상 관측

2.3.3.1 관측설비의 운영

부지기상관측은 기체방사성물질의 연평균 방출 제한치 결정, 잠재 사고시 방출물의 유출 평가, 그리고 태풍이나 폭풍, 폭설과 같은 기상재해로부터 발전소 방호를 위한 설계 기준을 제공하기 위한 목적으로 수행된다.

첫 번째 기상관측 설비는 고리 1호기 격납건물 중심으로부터 북북동방향 450m에 위치하는데 이 설비는 1972년부터 2015년 4월까지 운영되었다. 2015년 5월 1일부터 새로운 기상관측 설비를 운영하고 있다.

첫 번째 기상 관측탑의 구조적 안전성 분석은 2013년 12월에 수행되었다. 분석 결과 기존의 기상 관측탑을 철거하고 새로운 관측시설을 건설하는 것이 권고되었다. 이에 따라, 새로운 기상관측 시설을 고리 1호기 주변에 건설하기로 결정하였다. 새로운 기상관측 시설의 위치는 고리 부지의 기상 상태를 대표하기 위해 고리 1~4호기 원자로와 같은 고도를 갖는 몇 개의 위치 중에서 선정하였으며, 부지의 크기, 설치 편의성, 장애물에 의한 간섭 등 다른 요인들도 고려되었다.

신규 관측시설은 60m 높이의 기상 관측탑과 기상관측 장비로 구성되었다. 관측탑은 해수면으로부터 8m 높이에 설치되었으며, 고리 1호기 격납건물 중심으로부터 남남동 140m 지점에 위치한다. 신규 기상 관측탑은 지선식 철탑(guyed wire tower)이며, 기상탑은 고리 지역의 100년빈도 설계풍속을 적용하여 설계되었다.

관측기기 목록은 표 2.3-11에 기술되어 있다. 풍향·풍속계와 온도계는 지상으로부터 10m 및 58m 지점에 설치되어 있으며, 58m는 격납건물의 높이와 거의 같다.

2.3.3.1.1 측정자료의 수집 및 기록

기상관측 장비는 데이터 수집부(Data logger), 서버(Server) 및 센서(Sensor)로 구성되어 있다. 데이터 수집부는 센서로부터 취득된 아날로그 자료를 디지털 형식으로 변환하고 변환된 자료에 대한 품질검사를 수행하고 관련 요건에 따라 10분간 이동평균하여 1분 간격으로 서버로 보내주고 데이터 수집부에 있는 저장장치에 저장한다.

10분 이동평균한 자료는 서버의 데이터베이스에 저장되고, 1분 간격으로 각 발전소로 보내진다. 순간 측정 자료 또한 인트라넷을 통해 실시간으로 전송된다.

원자력안전위원회 고시 제2014-25호에 의하면 풍향·풍속, 58m와 10m의 기온차이 및 풍향의 표준편차에 대한 10분 이동평균은 최소 180개 이상의 순간측정값(3초 간격)으로부터 계산되어야 한다.

온도, 강우, 습도에 대한 자료처리는 기상청의 지상기상관측지침을 따른다.

2.3.3.2 기상자료의 처리

본 보고서에서 안정도는 Pasquill에 의해 제안된 7개 등급으로 분류된다(참고문헌 6).

원전부지의 기상을 평가하는 목적은 대기확산특성을 확인하기 위한 것으로 풍향과 풍속이 가장 중요한 인자이나, 난류도 방사성 물질의 확산에 중요한 영향을 주는데, 난류는 대기로부터 방출된 방사성물질을 이동 중심선을 따라 수평 및 연직으로 확산시켜 원뿔 모양을 형성하게 하므로 방사성물질의 희석특성 결정시 고려되어야 한다.

대기안정도는 대기에서 교란이 발생된 후에 대기가 평형상태 또는 원래의 상태로 돌아오는 능력을 정성적으로 나타낸다. 안정한 대기는 움직임이 거의 없고 불안정한 대기는 상하 혼합이 활발하다.

반대로 불안정한 대기는 강한 난류가 방사성물질 희석에 양호한 기상조건을 제공한다. 기상자료 분석결과를 요약하여 표 2.3-12에 제시하였다.

새로운 기상 프로그램(신고리 시스템)에 의해 제공되는 대기안정도는 원자력안전위원회 고시 제2014-25호에 규정된 지상 10m와 58m의 기온차이($\Delta T/\Delta Z$ 방법)를 이용하여 산정된다.

수평풍향의 표준편차 방법도 필요에 따라 사용될 수 있으며 각각의 분석방법 및 절차는 다음과 같다.

가. 기온차이(ΔT 방법)

$$\Delta T/\Delta Z = (T_{58m} - T_{10m}) \div 48 \times 100$$

여기서, T_{58m} = 기상 관측탑 58m에서의 기온

T_{10m} = 기상 관측탑 10m에서의 기온

나. 풍향의 표준편차(σ_θ 방법)

- u : 동서방향 바람성분 = $W_s \times \sin(W_d) \times \pi/180$

- v : 남북방향 바람성분 = $W_s \times \cos(W_d) \times \pi/180$

W_s : 10m와 58m 각 높이에서의 풍속

W_d : 10m와 58m 각 높이에서의 풍향

- 각 성분의 10분 평균 풍속 계산

$$\bar{u} = \frac{\text{The total of } u\text{-component at } 10m \text{ or } 58m \text{ during } 10min}{\text{Total No. of observed data during } 10min} = \frac{\sum_{i=N_1}^{i=N_{10}} U_i}{N_{10} - N_1 + 1}$$

$$\bar{v} = \frac{\text{The total of } v\text{-component at } 10m \text{ or } 58m \text{ during } 10min}{\text{Total No. of observed data during } 10min} = \frac{\sum_{i=N_1}^{i=N_{10}} V_i}{N_{10} - N_1 + 1}$$

- 각 성분의 10분 평균 풍향 계산

$$\overline{W_s} = \sqrt{(\overline{u})^2 + (\overline{v})^2}$$

$\overline{W_d}$ calculation

$$\begin{aligned} - \overline{W_d} &= 90 - \left\{ \tan^{-1} \left(\frac{\overline{v}}{\overline{u}} \right) \times \frac{180}{\pi} \right\} \dots \dots \dots \overline{u} > 0, \\ - \overline{W_d} &= 0 \dots \dots \dots \overline{u} = 0, \overline{v} > 0, \\ - \overline{W_d} &= 180 \dots \dots \dots \overline{u} = 0, \overline{v} < 0, \\ - \overline{W_d} &= 180 + \left[90 - \left\{ \tan^{-1} \left(\frac{\overline{v}}{\overline{u}} \right) \times \frac{180}{\pi} \right\} \right] \dots \dots \dots \overline{u} < 0 \end{aligned}$$

- 풍향의 표준편차 계산

$$\delta\theta = \sqrt{\frac{\sum W_d^2}{N} - (\overline{W_d})^2}$$

N : 10분간 측정된 풍향자료의 총 개수

대기안정도 분류는 다음과 같다.

안정도 분류

대기상태	안정도등급	기온감률 ($\Delta T/\Delta z$, $^{\circ}\text{C}/100\text{m}$)	풍향의 표준편차 ($\sigma\theta$, deg)
심한 불안정	A	$\Delta T/\Delta z \leq -1.9$	$22.5^{\circ} \leq \sigma\theta$
불안정	B	$-1.9 < \Delta T/\Delta z \leq -1.7$	$17.5^{\circ} \leq \sigma\theta < 22.5^{\circ}$
약한불안정	C	$-1.7 < \Delta T/\Delta z \leq -1.5$	$12.5^{\circ} \leq \sigma\theta < 17.5^{\circ}$
중립	D	$-1.5 < \Delta T/\Delta z \leq -0.5$	$7.5^{\circ} \leq \sigma\theta < 12.5^{\circ}$
약한 안정	E	$-0.5 < \Delta T/\Delta z \leq 1.5$	$3.8^{\circ} \leq \sigma\theta < 7.5^{\circ}$
안정	F	$1.5 < \Delta T/\Delta z \leq 4.0$	$2.1^{\circ} \leq \sigma\theta < 3.8^{\circ}$
심한 안정	G	$4.0 < \Delta T/\Delta z$	$\sigma\theta < 2.1^{\circ}$

2.3.3.3 관측기기 검정 및 관리

2.3.3.3.1 검정

모든 센서와 관련된 장비들은 문서화된 절차에 따라 검정된다. 이 절차들은 센서 및 관련 장비들이 기상청 규격의 정확도를 준수하도록 보장하기 위하여 고안되었다.

첫 번째 검정은 현장에 운반되기 전에 공장에서 완전히 조립된 상태로 완수되어야 한다. 모든 기상 관측 기기들은 매 3년마다 기상청으로부터 검정을 받아야 한다.

관측기기의 정확도를 유지하기 위하여 매 6개월 마다 관측기기 교정을 실시한다. 기상관측소의 설비점검은 매주 실시한다.

사용된 모든 검정 기기들은 정확도의 증거로서 기상청에서 추적 가능한 검정 이력을 가지고 있다.

2.3.3.3.2 관리

모든 장비의 검사와 관리는 문서화된 절차에 따라 수행된다. 개별 기기들은 절차서 및 안내서에 기술된 주기에 따라 유지보수가 수행되며, 필요시 보다 자주 수행된다. 기상관측설비에 중요한 문제가 발생할 경우, 관련 기술자가 현장에서 상황을 파악하고 적절한 조치를 취해야 한다.

데이터 수집기, 신호 변환기, 그리고 기상 센서에 문제가 생겼을 경우를 대비해 즉시 사용가능한 예비품을 적어도 1set를 보유하고 있어야 한다.

2.3.4 사고시(단기) 대기확산인자

2.3.4.1 목적

고리부지에서 가상사고를 평가하기 위하여 부지기상자료를 사용하였다. 가상사고는 핵연료 취급사고시 연료건물에서 대기로 방출될 수 있는 방사성물질의 농도와 피폭선량을 예측하기 위한 것으로 가정된다. 사고분석에 필요한 기본 자료는 대기확산에서 중요한 역할을 하는 기상자료이다. 가상사고 분석에 적용되는 기상조건은 미국 원자력규제위원회 규제지침서(NRC Regulatory Guide) 1.4의 지침에 기반한다. 고리 1호기 가상사고의 정량적인 평가를 위하여 부지자료가 사용되었다. 15장에서 식별된 설계기준사고동안 가능한 방사선피폭을 평가하기 위하여 부지에서 평가된 대기확산인자가 기본 자료로 제공된다.

표 2.3-13에 제시된 대기확산인자는 기본적으로 부지에서 관측된 기상자료 분석결과에 기초한 것이다. 기상자료 분석결과는 부지에서 실제 확산이 평가결과 보다 작을 확률이 아주 작다는 것을 시사하고 있다.

2.3.4.1.1 사고후 첫 8시간동안 확산

사고후 0~8 시간동안 풍향이 변하지 않고 가장 가까운 부지경계쪽으로 1m/sec의 속도로

불었다면 부지경계에서 X/Q 의 최대값은 $6.90 \times 10^{-4} \text{sec/m}^3$ 로 평가되었다(표 2.3-13 참고).

이러한 보수적인 가정의 민감도를 평가하기 위하여 낮은 풍속(고도 30m에서 1m/sec)과 강한 역전(Pasquill 대기안정도 F)이 동시에 발생하는 모든 경우에 대하여 동일방위(22.5° 구분) 풍향지속시간 분석을 통해 부지기상자료를 포괄적으로 검토하였다. 이 분석결과를 이용하여 확률을 계산한 바, 임의의 시간에 사고가 발생하고 그 시간 이후 8시간 동안에 대하여 계산된 대기확산인자가 가정된 대기확산인자(표 2.3-13) 보다 작은 확률은 0.36%이다. 풍속 1m/sec의 바람이 그 기간 동안 풍향변화 없이 분다는 것은 거의 불가능하고, 더욱이 바람이 가장 가까운 부지경계쪽으로 불어갈 확률은 더욱 낮을 것이다. 따라서 부지경계에서 X/Q 의 최대값은 피폭선량 계산을 위해 가정된 대기확산인자(표 2.3-13)보다 실질적으로 작을 것으로 판단된다.

2.3.4.1.2 사고후 8~24시간동안 확산

표 2.3-13에 제시했듯이 가장 가까운 부지경계쪽 22.5° 범위에서 풍향이 변하지 않으며, 전체기간동안 대기안정도 F, 풍속 2m/sec라는 가정에 기초해서 계산된 부지경계와 저인구 지대 외곽경계(3.5마일)에서 최대 X/Q 는 각각 $1.08 \times 10^{-4} \text{sec/m}^3$, $3.88 \times 10^{-4} \text{sec/m}^3$ 이다.

참고로 6년간 관측된 고리 부지기상자료 분석결과 방위별로 대기안정도 F가 17시간을 초과하는 경우는 발생하지 않았고, 대기안정도가 F일 때 평균풍속은 3.6m/sec였다.

2.3.4.1.3 사고후 24~48시간동안 확산

사고후 24~48시간동안 부지경계에서 최대 X/Q 는 동일방위 풍향지속시간의 빈도분포에 기초해서 계산되었다.

고리부지에서 동일방위 풍향지속시간 자료에 의하면, 동일방위 최대지속시간은 23시간이므로 48시간동안 풍향이 변하지 않는다는 가정은 너무 보수적이다. 따라서 48시간동안 안정도는 각각 평균풍속 2m/sec일 때 “안정(Pasquill F)”의 발생빈도, 4m/sec일 때 “중립(Pasquill D)”의 발생빈도와 동일한 것으로 가정하였다.

2.3.4.1.4 사고후 2~30일 동안 확산

이 기간 동안 바람은 가장 가까운 부지경계쪽 방향으로 전체 시간의 40% 동안 불고, 대기안정도는 풍속이 2m/sec 및 4m/sec에 각각 상응하는 30% F 및 70% D일 것으로 가정하였다.

이것은 이 기간 동안 한 방향으로 40% 이상의 발생빈도를 의미하는데, 고리부지에서 기상조건이 가장 안 좋은 계절에 최빈 풍향발생빈도는 39% 미만이므로 이 가정은 상당히 보수

적인 것으로 판단된다.

평균 X/Q 값은 앞에서 주어진 조건에 따라 계산되었고 표 2.3-14에 제시하였다.

표 2.3-13에 주어진 가상사고시 기상학적 모델로부터 계산된 확산인자의 분포를 그림 2.3-7에 도시하였다. 이 모델을 이용한 가상사고시 방출조건에 대한 선량은 10 CFR 100에 잘 설명되어 있다(15장)

2.3.4.2 계산

방향이 변하지 않는 조건에서 연기중심선의 확산인자(X/Q)는 식 2.3-1(참고문헌 7)로 계산된다. 확산은 가우시안분포, 즉 플룸 중심선에 수직인 플룸의 수평 및 연직 분포가 가우시안 성질을 가지는 것으로 가정한다.

풍향불변 조건을 만족시키기 위하여 빌딩웨이크 효과에 따라 발생하는 추가 확산을 고려하기 위한 보정 항이 포함된다.

$$X/Q = \frac{1}{\bar{U}} \frac{1}{\pi \rho_z(x) \rho_y(x) + CA} \quad (2.3-1)$$

여기서,

- X = 농도, units/m³
- Q = 방출량, units/sec
- ρ_y, ρ_z = 수평 및 연직 확산계수, m²
- \bar{U} = 평균풍속, m/sec
- C = 빌딩형상계수 0.5, 무차원
- A = 원자로건물의 최소단면적, m²
- x = 방출원으로부터 풍하거리, m

이 모델은 $A = 750\text{m}^2$ 을 가정하고 기체방사성물질 방출 사고후 0~8시간 동안 X/Q 를 계산하는데 사용한다. A 의 값은 보수적인 관점에서 보조건물의 최소단면적과 750중에 더 작은 것이 선택된다.

2.3.4.3 현재 유효한 현행기술기준에 기반하는 방법론과의 비교

R.G. 1.4에 기반하는 고리1호기 기존의 대기확산인자 평가방법은 최대 관측고도를 30m로 제한하여 평가하는 반면, 유효한 현행 기술기준 즉 최신방법론은 58m로 조금 더 높은 고도의 관측값을 이용하고 있다. 또한 적용되는 확산계수의 값의 R.G. 1.4에서 보다 보수

적인 상관곡선을 적용하고 있다는 점이 유효한 현행 기술기준과의 차이점이라고 할수 있다. 최신방법론에서는 연직온도분포에 의한 대기안정도 측정법이 가장 보수적이므로 이 방법을 적용하고 있으며, 이에 기반하여 2012년도에서 2014년도 까지의 기상자료를 활용하여 미국 원자력규제위원회(U. S. NRC)의 지원을 받아 PNL 에 의해 개발된 PAVAN코드에 의하여 평가를 수행하였다. 기상자료의 처리 및 평가는 USNRC Reg. Guide 1.145 지침에 기반하였다.

2.3.4.3.1 유효한 현행(최신기준) 평가방법

대기확산인자 평가를 위하여 원자력발전소 부지에서 관측된 기상자료를 사용하여 풍속 등급의 분류방법(U. S. NRC 권고와 균등발생빈도 분류방법)과 평가에 적용되는 기상자료의 통계처리기간에 따른 결합빈도분포(joint frequency distribution) 자료를 작성하여 대기확산인자에 활용한다. 원자력안전위원회고시 제 2014-25호(원자로시설부지의 기상조건에 관한 조사평가기준)에서는 원자로시설부지의 기상현상과 방사성물질의 대기 중으로 확산 및 희석되는 특성을 조사/평가하는데 필요한 세부사항에 대한 기준으로 정하고 있다.

고리부지에서 현재 유효한 기술기준에 근거하는 사고 시 대기확산인자(X/Q)는 식 2.3-2, 2.3-3 및 2.3-4로 계산한다.

원자력안전위원회 고시 제2014-25호 “원자로시설 부지의 기상조건에 관한 조사·평가 기준”에서는 U. S. NRC의 규제지침 1.145에 기반하여 부지적합성 입증을 위한 가상사고 시 대기확산인자(atmospheric dispersion factor) 평가에 대한 방법을 제시하고 있다. 방사성물질의 단위 방출률(Bq/sec)에 대한 공기중 농도(Bq/m³)를 정량화하기 위한 용어로 단위는 sec/m³을 갖는다.

$$X/Q = \frac{1}{U_{10} \cdot (\pi \sigma_y \sigma_z + A/2)} \quad (2.3-2)$$

$$X/Q = \frac{1}{U_{10} \cdot (3\pi \sigma_y \sigma_z)} \quad (2.3-3)$$

$$X/Q = \frac{1}{U_{10} \cdot \pi \cdot \Sigma_y \cdot \sigma_z} \quad (2.3-4)$$

여기서,

X/Q = 대기확산인자 (sec/m³)

X = 지상에서 평균농도, Bq/m³

Q = 평균 방출률, Bq/sec

U_{10} = 10m 높이에서 측정된 풍속(m/sec)

σ_y = 수평확산계수 (m)

σ_z = 수직확산계수 (m)

A = 건물의 최소단면적 (m^2)

Σ_y = 플룸의 사행효과를 반영한 수평확산계수 (m)

풍속이 6 m/sec 보다 낮고 대기안정도가 중립(대기안정도 등급 D) 또는 안정상태(대기안정도 등급 E, F, G)에서는 수평방향으로 플룸의 사행으로 인한 추가적 확산이 고려된다. 이러한 기상조건에서는 식 (2.3-2)와 식 (2.3-3)으로 평가된 대기확산인자 중에서 보다 높은 값이 선택되고, 이 값을 식 (2.3-4)로 평가된 대기확산인자와 비교하여 보다 작은 값이 선택된다. 상기 기상조건 이외의 경우에 대해서는 식 (2.3-2)와 식 (2.3-3)으로 평가된 대기확산인자 중에서 보다 높은 값이 선택된다.

상기 방법으로 측정한 기상자료의 결합빈도분포를 적용하면, 16개 방위별 대기확산인자 분포와 부지전체 대기확산인자 분포를 구할 수 있다. 사고영향평가에서 적용되는 대기확산인자는 16개 방위별 대기확산인자의 누적발생빈도 99.5% 값 중에서 가장 큰 값과 부지전체 누적발생빈도 95% 값을 비교하여 큰 값으로 결정된다

2.3.4.3.2 기존방법과 유효한 현행방법 의 평가 결과 비교

2012년도에서에서2014년까지 기상자료를 이용하여 유효한 현행방법 으로 평가한 결과, 수직기온 감률방식, 원자력안전위원회 고시에서 제시하는 저풍속을 포함하는 11개등급을 적용하여 최신방법으로 평가한 결과 EAB에서 $4.09 \times 10^{-4} \text{sec/m}^3$ (0~2 hours) 및 $2.12 \times 10^{-4} \text{sec/m}^3$ (0~8 hours)이고, LPZ에서 $2.28 \times 10^{-5} \text{sec/m}^3$ (0~2 hours) 및 $1.14 \times 10^{-5} \text{sec/m}^3$ (0~8 hours)이다. 최신방법에 의한 평가결과는 기존방법의 EAB에서의 $6.90 \times 10^{-4} \text{sec/m}^3$ (0~8 hours) 과 LPZ에서의 $4.26 \times 10^{-5} \text{sec/m}^3$ (0~8 hours) 보다 작은 값이므로 기존의 방법이 보수적인 것을 확인할 수 있다. 분석에 이용된 자료의 데이터취득률은 99% 수준이었다.

2.3.5 연료 영구인출 상태에서 장기 대기확산인자

2.3.5.1 목적

고리부지에서 연평균 대기확산인자(X/Q)가 결정된 바, 고리부지에서 관측된 부지기상자료로부터 계산되었다. 앞서 언급된 대기안정도를 결정하기 위하여 풍속과 기온차이에 대한 자료가 사용되었다. 2012~2014년 까지의 기상자료를 이용하여 평가한 부지경계에서 최대 X/Q는 북쪽경계에서 나타나고 그 값은 $1.82 \times 10^{-6} \text{sec/m}^3$ 임을 추정할 수 있다.

원자로건물로부터 700m 떨어진 가장 가까운 소외 주거지역에서 대기확산인자는 $1.27 \times 10^{-6} \text{sec/m}^3$ 이다.

2.3.5.2 계산

고리부지에서 연평균 대기확산인자(X/Q)는 방향별로 식 2.3-5 및 2.3-6으로 계산된다.

고리부지에 위치한 모든 원전의 방출유형은 지표방출(ground release)에 해당하며, 이러한 방출 유형에 대해서 연간 평균 또는 장기(long-term) χ/Q 값은 아래 식(2.3-5)와 식(2.3-6)을 사용하여 계산한 값 중 큰 값이 해당 지점에 대한 χ/Q 값으로 결정되며, R.G. 1.111에 기반한다.

$$\frac{\chi}{Q}(x,k) = \frac{2.032}{x} \frac{RF(x,k) \sum_{ij} DP_{ij}(x,k) DC_i(x) f_{ij}(x,k)}{U_{ij} \sqrt{(\sigma_{zj}^2(x) + c \cdot D_z^2/\pi)}} \quad (2.3-5)$$

$$\frac{\chi}{Q}(x,k) = \frac{2.032}{x} \frac{RF(x,k) \sum_{ij} DP_{ij}(x,k) DC_i(x) f_{ij}(k)}{\sqrt{3} U_{ij} \sigma_{zj}(x)} \quad (2.3-6)$$

여기서,

i : 풍속등급

j : 대기안정도 등급

k : 방향

$\chi/Q(x,k)$: 년평균 대기확산인자(sec/m^3)

x : 풍하거리(m)

U_{ij} : 평균풍속(m/sec)

$\sigma_{zj}(x)$: 수직확산계수(m)

$f_{ij}(k)$: 바람의 결합빈도분포

$RF(x,k)$: 공기의 재순환과 정체에 의한 보정인자

$DP_{ij}(x,k)$: 침적에 의한 플룸내 방사성물질의 감손인자

$DC_{ij}(x,k)$: 방사능 붕괴에 의한 감쇄인자

c : 건물와류 상수(=0.5)

D_z : 건물높이

$$2.032 = \frac{2N}{(2\pi)^{3/2}}, N=16$$

방사성물질의 침적에 의한 플룸 내 농도 감손을 고려하기 위한 인자 DF 는 미국 원자력규제위원회의 규제지침서 RG-1.111의 지침에 따라서 거리에 따른 방사성물질의 잔존분율을 사용하여 평가한다.

기체상유출물이 지표에 침적되는 정도를 나타내는 침적인자는 2012~2014년 까지의 기상자료를 이용하여 평가한 결과 $3.749 \times 10^{-8} \text{sec}/\text{m}^3$ 이며 이 값은 식(2.3-7)에 의해서 평가한다. 분석에 사용된 기상자료의 데이터 취득률은 99% 이상이다.

$$\frac{D}{Q}(x,k) = \frac{RF(x,k) \sum_{ij} D_{ij} f_{ij}(k)}{(2\pi/n)x} \quad (2.3-7)$$

여기서,

$D/Q(x,k)$: 침적인자(m^{-2})

D : 상대 침적률(m^{-1})

2.3.5.3 평가방법론

정상운전 시 대기확산인자 평가는 주민피폭선량 평가 전산프로그램을 활용하며 Reg. Guide 1.111의 방법론을 반영하여야 한다. 정상운전시 대기확산인자는 원자력안전위원회 고시 제2014-25호에 따라 호기별 제한치 비교를 위한 대기확산인자와 부지 당 제한치 비교를 위한 대기확산인자를 아래와 같이 4가지 형태로 구분하여 평가한다.

- (X/Q) : 방사성 붕괴 및 침적이 고려되지 않은 대기확산인자
- $(X/Q)_D$: 방사성 붕괴만 고려된 대기확산인자
- $(X/Q)_{DD}$: 방사성 붕괴 및 침적에 의한 플룸 감쇄가 고려된 대기확산인자
- (D/Q) : 지표면 침적인자

호기별 제한치 비교를 위한 대기확산인자는 호기별로 제한구역 경계 16방위 및 발전소 반경 80km 이내 지역의 거리/방위별 160개 섹터에 대하여 평가한다.

다수호기 선량계산을 위한 대기확산인자 평가는 부지 당 제한치 비교를 위한 대기확산인자를 구하는 과정이다. 입력자료는 결합빈도 분포, 강우시 결합빈도 분포, 방출원수, 피폭경로수, 풍속등급을 고려하여야 한다. 그리고 방사능운, 지표면 침적, 호흡 피폭경로는 각 호기별, 방위별로 각 호기로부터 최소 1개 지점 이상이 포함되도록 선정한다.

2.3.6 참고 문헌

1. 기상청, 1991, 한국기후표 제 II 권.
2. 기상청, 1991~2011, 기상연보.
3. 중앙기상대, 1990, 한국누년기후극값.
4. 기상청 홈페이지, www.kma.go.kr.
5. 기상청, 국가태풍센터, 2014, 태풍백서.
6. Pasquill, F. 1961 : "Estimation of the Dispersion of Windborne Material" Meteorology Magazine, Vol. 90 p. 33~49.
7. Slade, D.H, editor, Meteorology and Atomic Energy, 1968, U.S. Atomic Energy Commission, Washington, D.C.
8. Regulatory Guide 1.145, "Atmospheric Dispersion Models for Potential Accident Consequence Assessments at Nuclear Power Plants," U.S.NRC
9. 원자력안전위원회고시 제2014-25호(원자로시설부지의 기상조건에 관한 조사평가기준)
10. Regulatory Guide 1.111, "Methods for Estimating Atmospheric Transport and Dispersion of Gaseous Effluents in Routine Release from Light-Water-Cooled Reactors," U.S.NRC



표 2.3-1

부지 부근의 기상극치

요소	부산 ¹⁾	울산 ²⁾	고리 ³⁾
최 고 기 온(℃)	36.7 (1983.8.4)	38.8 (2013.8.8)	38.7 (2002.8.2)
최 저 기 온(℃)	-14.0 (1915.1.13)	-16.7 (1936.1.27)	-15.3 (2011.1.16)
24시간 최다강수량(mm)	439.0 (1991.8.23)	417.8 (1991.8.23)	324.2 (1984.9.3)
1시간 최다강수량(mm)	106.0 (2008.8.13)	76.7 (1993.8.21)	134 (2014.8.25)
최대풍속(m/s)	35.0 (1904.8.20)	31.7 (1959.9.17)	26.8 (1987.8.31)
순간최대풍속(m/s)	43.0 (1987.8.31)	36.7 (1987.8.31)	39.5 (2004.8.19)

[주] 1) 통계기간 1904~2014, 2) 1932~2014 3) 1970~2014

표 2.3-2(2 중 1)

부산 지역의 기후자료

요소	월	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	전년
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	전년
기온 (℃)	평 균	2.8	4.3	8.3	13.2	17.4	20.5	24.1	25.9	22.2	17.4	11.4	5.4	14.4
	최 고	18.4	20.3	22.9	28.1	34.0	33.4	35.8	36.7	35.2	29.1	25.6	20.9	36.7
	발 생 년	1906	1979	1998	1999	1979	1929	1994	1983	1994	1999	2003	1953	1983
	발 생 일	10	21	30	27	29	18	24	4	2	2	2	1	8/4
	최 저	-14.0	-12.6	-9.7	-1.5	5.4	9.3	13.8	15.4	9.6	1.8	-6.5	-12.0	-14.0
강 수 량 (mm)	발 생 년	1915	1977	1977	1924	1911	1920	1926	1913	1928	1997	1950	1917	1915
	발 생 일	13	16	5	4	7	2	9	6	26	31	15	27	1/13
	평 균	32.7	43.3	80.9	143.7	158.1	213.5	289.5	239.1	161.6	60.8	56.1	25.1	1506.3
	월 최 다	229.6	205.1	219.5	384.8	473.5	937.5	886.1	699.8	515.1	253.1	266.4	113.3	937.5
	연 도	1906	1922	1972	2002	1938	1963	2009	1991	1926	1933	1997	1920	1963/06
상 대 습 도	일 최 다	208.9	84.4	100.0	178.5	200.4	224.6	310.0	439.0	246.5	178.5	173.0	89.2	439.0
	발 생 년	1906	1955	1972	1912	1985	1978	2009	1991	1984	1933	1997	1957	1991
	발 생 일	10	27	30	21	5	17	7	23	3	6	25	12	8/23
	평 균(%)	50	53	58	65	70	78	85	80	74	64	58	52	65
	최 소	4	6	7	7	8	17	31	26	18	11	8	7	4
바 략 (㎥)	발 생 년	1945	1919	1971	1919	1919	2004	1907	1944	2008	2000	2002	1964	1945
	발 생 일	13	23	7	27	15	2	24	30	26	13	19	24	12/9
	평 균풍속	4.2	4.2	4.3	4.4	3.9	3.7	4.2	4.0	3.9	3.5	3.7	3.9	3.9
	최 다풍향	NW	NW	NNE	NE	SSW	NE	SSW	NE	NE	NNE	NW	NW	NNE
	최 대	26.7	26.0	27.8	30.2	26.7	29.0	28.0	35.0	34.7	25.0	24.5	29.0	35.0
일 조 시 간(hr)	발 생 년	1963	1966	1945	1924	1956	1963	1922	1904	1959	1974	1909	1959	1904
	발 생 일	7	23	21	3	5	20	7	20	17	23	5	17	8/20
	풍 향	NW	NW	SSW	NW	W	SSW	E	NE	ENE	NW	NNW	NW	NE
	일조시간(hr)	196.7	180.3	197.5	200.2	220.3	179.6	163.1	202.5	167.8	203.7	189.5	200.9	2302.0
	일조율(%)	61.6	57.6	52.9	50.2	51.4	40.8	36.8	47.5	44.1	57.6	60.4	64.4	52.0
운 량	운 량	3.3	4.0	4.9	5.3	5.4	6.7	6.9	5.8	5.9	4.2	3.6	2.9	4.9
	안개발생일수	0.2	0.3	0.7	2.0	3.0	4.2	5.1	0.6	0.2	0.2	0.2	0.2	16.9
	안개지속시간	1.8	1.8	5.3	11.5	13.9	21.6	18.9	2.8	1.0	0.5	1.6	2.0	82.6

[주] 평균값 : 1961년~2010년, 극값 : 1904년~2014년

표 2.3-2(2 중 2)

울산 지역의 기후자료

요소 \ 월		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	전년
기온 (℃)	평 균	19.3	24.2	7.5	13.0	17.6	21.1	25.0	25.8	21.3	16.0	9.7	3.9	13.8
	최 고	19.3	24.2	25.4	31.0	34.7	35.5	38.2	38.8	35.6	29.8	27.5	22.4	38.6
	발 생 년	1953	1996	1973	2004	1979	2005	1994	2013	1994	1987	1979	1953	1983
	발 생 일	10	14	28	21	29	25	14	8	2	7	2	1	8/3
	최 저	-16.7	-12.9	-9.6	-3.2	2.4	6.8	12.7	13.2	7.5	-1.5	-7.8	-12.4	-16.7
	발 생 년	1936	1941	1977	1941	1934	1981	1939	1971	1933	1941	1970	1973	1936
	발 생 일	27	1	5	3	1	2	1	26	29	28	30	24	1/27
강 수 량 (mm)	평 균	34.2	41.2	67.7	106.6	107.7	171.6	229.2	222.8	169.6	60.4	49.2	22.9	1,283.4
	월 최 다	127.3	128.1	198.5	222.7	352.8	549.6	686.8	698.7	661.3	295.3	165.8	168.8	698.7
	연 도	1947	1990	1972	1967	2003	1963	1934	1991	1969	1961	1961	1952	1991/8
	일 최 다	43.9	62.0	98.4	137.8	144.0	138.5	226.6	417.8	327.5	138.2	114.4	164.2	417.8
	발 생 년	1998	1955	1972	1991	2003	2003	1943	1991	2005	1961	1961	1952	1991
	발 생 일	15	27	30	17	30	19	14	23	6	6	17	9	8/23
상 대 습 도	평균(%)	53	56	60	65	69	76	80	80	77	70	63	56	67
	최 소	6	5	7	8	12	8	22	21	17	11	5	6	5
바 람 (㎥/s)	발 생 년	2001	2002	2004	2005	2002	2004	2001	1962	2004	2000	2001	2000	2002
	발 생 일	17	8	11	5	24	3	4	21	2	13	7	16	2/8
	풍 향	WNW	SSW	SSW	SSW	SW	SW	SSW	NNE	ENE	WNW	N	NW	ENE
일조시간(hr)		193.9	178.8	195.6	202.4	223.2	176.2	160.6	180.0	155.3	194.3	182.9	198.2	2241.5
일조율(%)		62.0	58.2	53.2	51.5	51.1	40.4	36.0	43.4	41.2	55.2	58.8	65.2	51.6
운 량		3.3	3.9	4.8	5.1	5.4	6.6	6.8	5.9	6.0	4.4	3.6	2.9	4.9
안개발생일수		0.2	0.1	0.5	1.1	1.4	2.5	1.8	0.8	0.5	0.4	0.4	0.2	9.5
안개지속시간		1.5	0.8	3.3	5.5	7.2	9.2	6.7	3.3	1.1	1.6	3.0	1.2	44.5

[주] 평균값 : 1961년~2010년, 극값 : 1932년~2014년

표 2.3-3(2 중 1)

부지 부근을 통과한 주요 태풍(1961년~2014년)

이 름	통과일자	일최대강수량(mm)	최대풍속(m/sec)	
BETTY	1961. 5. 28	35.3	SW	22.0
NORA	1962. 8. 3	7.4	SW	30.0
OPAL	1962. 8. 8	9.1	SW	21.7
SHIRLEY	1963. 6. 20	136.3	SSW	29.0
POLLY	1968. 8. 16	111.8	NE	21.7
GILDA	1974. 7. 7	90.9	ENE	18.3
MAMIE	1975. 7. 31	42.2	SSE	16.7
BILLIE	1976. 8. 12	221.4	SSW	7.0
BABE	1977. 9. 10	52.7	E	17.0
WENDY	1978. 8. 3	5.1	SSW	11.7
CARMEN	1978. 8. 20	84.6	S	20.0
IRVING	1979. 8. 17	43.4	SSW	23.3
JUDY	1979. 8. 26	340.5	SSW	11.2
NORRIS	1980. 8. 28	156.0	ENE	8.5
CLARA	1981. 9. 25	169.0	SSW	15.7
CECIL	1982. 8. 13	178.2	SSW	16.37
FORREST	1983. 9. 26	27.1	NE	17.7
JUNE	1984. 9. 2	246.5	SW	10.7
KIT	1985. 8. 8	80.0	SE	21.3
NANCY	1986. 6. 25	59.4	SSW	13.3
VERA	1986. 8. 28	11.6	SSE	21.7
THELMA	1987. 7. 16	101.5	SSW	26.7
DINAH	1987. 8. 29	135.7	NE	18.0

표 2.3-3(2 중 2)

이 름	통과일자	일최대강수량(mm)	최대풍속(m/sec)	
ABE	1990. 9. 1	78.2	SSW	10.0
CAITLIN	1991. 7. 29	55.6	ENE	18.0
MIREILLE	1991. 9. 27	90.4	N	18.3
TED	1992. 9. 25	140.7	SSE	13.3
ROBYN	1993. 8. 8	101.7	NE	16.0
SETH	1994. 10. 10	30.7	SSE	22.3
JANIS	1995. 8. 26	293.0	SSW	10.8
KIRK	1996. 8. 15	134.5	-	-
TINA	1997. 8. 9	101.4	SE	20.0
YANNI	1998. 9. 28	166.4	NE	18.7
OLGA	1999. 8. 2	184.0	SW	18.3
SAOMAI	2000. 9. 16	74.7	SSE	15.3
RUSA	2002. 8. 30	127.0	E	13.1
MAEMI	2003. 9. 12	157.0	SSE	24.7
MINDULLE	2004. 7. 2	241.0	S	14.9
NABI	2005. 9. 6	161.5	NE	11.5
EWINIAR	2006. 7. 9	139.5	S	19.2
NARI	2007. 9. 15	67.0	SW	12.4
DIANMU	2010. 8. 11	63.5	SSE	15.6
TALAS	2011. 9. 3	1.5	NNE	10.6

표 2.3-4

부지의 기후자료

요소 \ 월		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	전년
기온 (℃)	평 균 ^{주1)}	1.1	3.9	7.5	12.8	17.2	21.0	24.6	26.2	22.3	17.3	10.5	3.8	14.3
	최 고	19.5	18.8	23.1	28.0	30.4	34.0	36.4	38.7	34.5	28.4	28.5	19.9	38.7
	발생년/일	02/12	97/28	89/31	02/01	79/29	02/08	04/31	02/02	03/13	03/11	03/03	88/08	02/08/02
	최 저	-15.3	-13.5	-10.4	-2.0	5.8	7.9	13.8	15.6	9.5	0.4	-7.8	-15.3	-15.3
	발생년/일	11/16	84/07	05/13	72/01	96/04	81/02	89/05	76/28	87/27	82/25	99/26	11/29	11/01/16
사태 습도 (%)	평 균 ^{주1)}	48.6	54.6	60.8	65.7	74.0	80.8	85.9	81.4	79.3	68.6	56.9	49.2	67.4
	최 저 ^{주2)}	8.1	9.6	9.3	10.8	16.3	22.8	46.8	32.5	29.2	19.1	10.8	6.2	6.2
	발생년/일	10/17	08/12	05/01	10/03	12/06	08/12	10/06	09/22	09/15	09/22	09/03	00/12	00/12/12
강수 량 (mm)	평 균 ^{주1)}	30.1	57.8	70.1	109.2	130.4	116.4	267.6	120.9	187.2	73.2	42.6	29.1	1,235.6
	일 최다	49.0	56.3	98.6	143.0	154.7	189.4	169.5	286.0	324.2	205.3	110.0	68.5	324.2
	발생년/일	87/02	89/25	72/30	74/07	74/19	74/17	12/15	91/23	84/03	85/05	97/25	98/06	84/09/03
바 람 (m/s)	평 균 ^{주1)}	2.8	2.8	2.8	2.7	2.4	2.3	2.1	2.2	2.5	2.5	2.6	2.7	2.5
	최 대	18.0 W	16.0 SW	20.0 WSW	22.8 SW	18.0 ESE	16.5 SE	26.8 E	26.0 S	26.6 SSE	17.0 S	18.6 W	20.0 W	26.8 E
	발생년/일	80/31	70/13	73/28	80/05	73/01	84/16	87/15	79/17	72/14	74/23	72/21	72/29	87/07/15
	순간최대	23.4 ENE	26.5 -	29.7 WSW	38.2 SW	23.7 SSW	26.0 S	34.0 E	39.5 E	37.5 SSE	26.3 S	30.7 WNW	28.7 ENE	39.5 E
	발생년/일	73/07	95/28	73/28	80/05	77/13	77/02	87/15	04/19	72/14	72/21	72/30	72/23	04/08/19

주1) 평균은 2004~2013년 고리원전주변 환경방사선조사 및 검토보고서에 수록된 기상자료의 통계값임.

주2) 고리원전 주변 환경방사선조사 및 검토보고서(2004~2013)와 고리1발 기상관측소에서 관측한 1분 기상자료의 통계값임.

표 2.3-5

부지에서의 계절별 해륙풍 분포(2012~2013)^{주)}

(단위 : %)

구분 \ 계절	봄	여름	가을	겨울	연간
해풍(ENE-WSW)	39.1	46.7	17.9	10.9	28.9
육풍(W-NE)	59.8	52.3	81.8	87.7	70.4
정온(CALM)	1.1	1.0	0.3	1.4	0.7

주) 측정고도는 58m임.

자료 : 고리원전 주변 환경방사선조사 및 평가보고서(2012~2013)



표 2.3-6

풍속등급별 발생빈도(2012~2013)^{주)}

(단위 : %)

계절 풍속등급(m/sec)	봄	여름	가을	겨울	연간
$x < 0.5$	0.7	0.6	0.7	0.6	0.6
$0.5 \leq x \leq 1$	2.2	1.9	1.9	2.3	2.1
$1 < x \leq 1.5$	2.8	2.9	2.9	3.3	3.0
$1 < x \leq 2$	3.4	3.8	3.5	4.4	3.8
$2 < x \leq 3$	8.7	10.4	9.2	11.3	9.9
$3 < x \leq 4$	12.3	13.8	12.8	14.2	13.3
$4 < x \leq 5$	13.6	14.9	14.8	15.1	14.6
$5 < x \leq 6$	13.8	14.7	15.2	15.0	14.7
$6 < x \leq 7$	23.0	21.6	25.8	24.0	23.6
$7 < x \leq 10$	11.7	9.7	8.9	7.6	9.5
$10 < x$	7.8	5.7	4.5	2.5	5.1

주) 측정고도는 58m임.

자료 : 고리원전 주변 환경방사선조사 및 평가보고서(2012~2013)

표 2.3-7

대기안정도와 풍속분포

안전도 등급	발생 빈도(%)	평균풍속(m/s)
A(심한 불안정)	4.33	5.2
B(불안정)	15.65	5.0
C(약한 불안정)	33.65	7.6
D(중립)	31.78	4.3
E(약한 안정)	12.89	3.1
F(안정)	1.47	3.2
G(높은 안정)	0.24	4.0

표 2.3-8

대기안정도(%)

	불안정 (A-C)	중립 (D)	안정 (E-G)
봄	55.8	30.2	14.0
여름	64.1	27.7	8.2
가을	45.9	36.9	17.2
겨울	48.0	32.6	19.4
연간	53.6	31.8	14.6



표 2.3-9

해풍(ENE-SSW)에서의 대기안정도(%)

	A	B	C	D	E	F	G
봄	3.98	15.67	30.73	34.02	13.88	1.70	0.03
여름	4.86	19.35	30.05	34.86	8.87	0.96	1.06
가을	2.76	13.18	38.54	24.61	18.87	1.38	0.64
겨울	6.45	19.35	42.03	22.21	7.47	1.94	0.55
연간	4.36	16.99	32.95	31.58	12.12	1.37	0.63

표 2.3-10

육풍(SW-NE)에서의 대기안정도(%)

	A	B	C	D	E	F	G
봄	6.13	22.82	22.07	33.31	13.68	1.92	0.08
여름	7.92	24.09	39.45	22.34	5.88	0.33	0.01
가을	1.61	10.77	31.89	39.74	14.73	1.13	0.12
겨울	3.77	10.23	31.62	33.86	17.81	2.55	0.17
연간	4.31	15.15	33.94	31.86	13.17	1.48	0.10

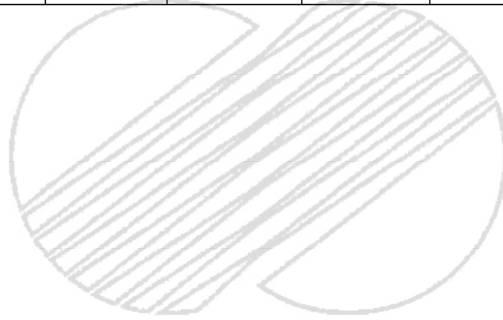


표 2.3-11

기상측기의 종류 및 설치위치

기기명	수량	설치장소	설치높이(m)
○ 온도계	3	기상탑 및 지상	지상, 10, 58
○ 습도계	1	지상	지상
○ 풍향·풍속계	2	기상탑	10, 58
○ 강수량계	1	지상	지상

기상측기의 규격

기 기	사 양
풍속계	<ul style="list-style-type: none"> - 형식 : 3 cup anemometer - 측정범위 : 0~75m/s - 기동값 : 0.3m/s 이하 - 정확도 : 10m/s 미만에서 $\pm 0.2\%$, 10m/s 이상에서 $\pm 5\%$ - 출력 : 주파수
풍향계	<ul style="list-style-type: none"> - 형식 : Vane형식 - 측정범위 : 0~360° - 기동값 : 0.3m/s 이하 - 정확도 : $\pm 3^\circ$ - 출력 : 디지털
온도계	<ul style="list-style-type: none"> - 측정범위 : $-50^\circ\text{C} \sim +60^\circ\text{C}$ - 정확도 : $\pm 0.3^\circ\text{C}$ (백엽상), $\pm 0.1^\circ\text{C}$ (10m 및 58m 기상탑) - 출력 : DC 전압
습도계	<ul style="list-style-type: none"> - 측정범위 : 0~100% R/H - 정확도 : <90%에서 $\pm 2\%$, 90~100%에서 $\pm 3\%$ - 출력 : DC 전압
강수량계	<ul style="list-style-type: none"> - 유형 : Tipping bucket (200mm) - 분해능 : 0.2mm - 정확도 : $\pm 3\%$ 이내 - 출력 : 점점

풍속분포 VS 연직온도 차이(2012-2014)

Wind Speed		Joint Frequency (VERTICAL TEMPERATURE DIFFERENCE ($T_{50m}-T_{10m}$) °C, ≤ -1.9) : 10m & 58m																
		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	TOTAL
0.5	0.007	0.003	0.003	0.004	0.003	0.006	0.007	0.008	0.013	0.022	0.039	0.032	0.027	0.009	0.011	0.017	0.212	
1	0.003	0.002	0.001	0.003	0.001	0.001	0.001	0	0.002	0.003	0.006	0.008	0.001	0.003	0.003	0.008	0.044	
1.5	0.003	0.001	0.003	0.001	0	0.001	0	0.001	0.001	0.001	0.012	0.008	0.005	0.005	0.004	0.006	0.051	
2	0.014	0.013	0.01	0.012	0.009	0.008	0.009	0.009	0.017	0.036	0.058	0.065	0.031	0.024	0.023	0.019	0.354	
3	0.517	0.04	0.052	0.052	0.049	0.035	0.04	0.031	0.056	0.129	0.253	0.164	0.087	0.063	0.043	0.057	1.668	
4	0.008	0.011	0.012	0.008	0.012	0.012	0.011	0.015	0.02	0.044	0.14	0.081	0.031	0.014	0.017	0.011	0.446	
5	0.003	0	0	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.004	0.005	0.02	0.008	0.003	0.001	0	0.001	0.05	
6	0.012	0.014	0.011	0.01	0.012	0.011	0.003	0.012	0.036	0.067	0.11	0.067	0.03	0.017	0.022	0.015	0.447	
8	0.004	0.003	0.004	0	0.003	0.003	0.002	0.003	0.008	0.011	0.019	0.019	0.008	0.003	0.006	0.002	0.096	
10	0.003	0.004	0.003	0.005	0.001	0.001	0	0.003	0.01	0.015	0.022	0.022	0.012	0.008	0.002	0.001	0.11	
20	0.036	0.035	0.038	0.042	0.03	0.022	0.022	0.027	0.046	0.067	0.136	0.165	0.07	0.042	0.033	0.036	0.848	
TOTAL	0.61	0.12	0.14	0.14	0.12	0.1	0.1	0.11	0.21	0.4	0.81	0.64	0.3	0.19	0.16	0.17	4.33	

Wind Speed	Joint Frequency (VERTICAL TEMPERATURE DIFFERENCE ($T_{56m}-T_{10m}$) $^{\circ}C$, -1.9 to -1.7) : 10m & 58m																
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	TOTAL
0.5	0.107	0.095	0.145	0.106	0.086	0.051	0.047	0.068	0.12	0.318	0.679	0.563	0.189	0.156	0.123	0.103	2.957
1	0.019	0.014	0.021	0.022	0.013	0.013	0.015	0.026	0.052	0.147	0.429	0.362	0.086	0.067	0.036	0.023	1.345
1.5	0.001	0	0.001	0.002	0.002	0.003	0.004	0.006	0.019	0.056	0.11	0.049	0.013	0.006	0.002	0.004	0.278
2	0.033	0.035	0.029	0.019	0.015	0.018	0.018	0.033	0.12	0.122	0.186	0.098	0.034	0.03	0.022	0.027	0.837
3	0.008	0.012	0.01	0.004	0.008	0.004	0.003	0.006	0.018	0.017	0.029	0.022	0.008	0.009	0.005	0.006	0.169
4	0.01	0.01	0.011	0.006	0.006	0.005	0.004	0.006	0.019	0.014	0.024	0.017	0.011	0.006	0.006	0.006	0.164
5	0.1	0.094	0.089	0.064	0.051	0.042	0.04	0.057	0.106	0.113	0.238	0.124	0.101	0.064	0.067	0.072	1.42
6	0.239	0.213	0.213	0.141	0.136	0.07	0.048	0.079	0.255	0.387	1.034	0.708	0.326	0.249	0.249	0.247	4.594
8	0.033	0.014	0.018	0.015	0.017	0.013	0.016	0.029	0.067	0.283	0.452	0.389	0.243	0.179	0.164	0.049	1.98
10	0.003	0.001	0.001	0.003	0.005	0.007	0.004	0.019	0.052	0.209	0.137	0.069	0.02	0.021	0.006	0.002	0.559
20	0.049	0.063	0.054	0.042	0.017	0.026	0.045	0.101	0.221	0.189	0.197	0.193	0.043	0.032	0.041	0.032	1.347
TOTAL	0.6	0.55	0.59	0.42	0.36	0.25	0.24	0.43	1.05	1.85	3.52	2.6	1.07	0.82	0.72	0.57	15.65

표 2.3-12(7 중 3)

Wind Speed	Joint Frequency (VERTICAL TEMPERATURE DIFFERENCE ($T_{58m}-T_{10m}$) $^{\circ}C$, -1.7 to -1.5) : 10m & 58m																
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	TOTAL
0.5	0.016	0.02	0.027	0.008	0.004	0.003	0.013	0.021	0.028	0.029	0.033	0.026	0.007	0.006	0.004	0.014	0.261
1	0.03	0.031	0.022	0.007	0.003	0.008	0.012	0.012	0.035	0.03	0.028	0.017	0.021	0.006	0.004	0.017	0.281
1.5	0.231	0.227	0.175	0.084	0.074	0.097	0.067	0.083	0.168	0.121	0.238	0.119	0.092	0.062	0.089	0.176	2.103
2	0.493	0.384	0.277	0.16	0.149	0.071	0.06	0.065	0.254	0.393	0.865	0.585	0.421	0.299	0.404	0.565	5.444
3	0.054	0.013	0.021	0.014	0.015	0.013	0.01	0.025	0.069	0.264	0.304	0.219	0.334	0.31	0.341	0.148	2.156
4	0.001	0	0.001	0.001	0.002	0.004	0.005	0.014	0.036	0.191	0.067	0.027	0.05	0.066	0.039	0.004	0.51
5	0.164	0.162	0.193	0.183	0.078	0.13	0.188	0.323	0.468	0.301	0.167	0.398	0.181	0.06	0.06	0.133	3.189
6	0.066	0.058	0.104	0.045	0.008	0.014	0.042	0.065	0.063	0.035	0.039	0.043	0.023	0.02	0.014	0.045	0.682
8	0.105	0.086	0.122	0.021	0.006	0.017	0.048	0.05	0.041	0.035	0.033	0.038	0.038	0.02	0.033	0.071	0.764
10	0.738	0.616	0.531	0.334	0.334	0.301	0.261	0.222	0.305	0.241	0.323	0.257	0.238	0.157	0.268	0.71	5.837
20	1.564	1.273	0.783	0.271	0.267	0.167	0.111	0.103	0.361	0.751	0.892	0.498	0.979	0.606	1.251	2.543	12.427
TOTAL	3.46	2.87	2.26	1.13	0.94	0.83	0.82	0.98	1.83	2.39	2.99	2.23	2.38	1.61	2.51	4.43	33.65

표 2.3-12(7 중 4)

Wind Speed	Joint Frequency (VERTICAL TEMPERATURE DIFFERENCE ($T_{58m} - T_{10m}$) °C, -1.5 to -0.5) : 10m & 58m														
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	TOTAL
0.5	0.291	0.065	0.031	0.012	0.013	0.01	0.012	0.021	0.106	0.593	0.286	0.112	0.441	0.623	4.617
1	0.004	0.002	0.003	0.001	0.002	0.001	0.004	0.011	0.072	0.471	0.058	0.004	0.066	0.209	1.23
1.5	0.084	0.069	0.229	0.434	0.142	0.141	0.144	0.191	0.165	0.149	0.057	0.147	0.17	0.097	2.458
2	0.032	0.036	0.131	0.079	0.011	0.01	0.022	0.037	0.019	0.024	0.021	0.041	0.04	0.024	0.601
3	0.045	0.037	0.11	0.058	0.014	0.01	0.032	0.032	0.019	0.028	0.03	0.03	0.045	0.033	0.684
4	0.338	0.281	0.72	0.56	0.503	0.255	0.184	0.115	0.115	0.186	0.229	0.148	0.296	0.197	5.411
5	0.914	0.752	0.644	0.188	0.19	0.108	0.058	0.051	0.117	0.535	0.47	0.138	0.702	0.453	9.652
6	0.457	0.064	0.013	0.007	0.002	0.001	0.001	0.019	0.085	0.534	0.135	0.004	0.121	0.417	4.151
8	0.007	0	0.003	0.001	0.001	0	0.001	0.006	0.136	0.566	0.007	0	0.029	0.144	1.185
10	0.012	0.004	0.11	0.456	0.096	0.103	0.038	0.044	0.051	0.049	0.026	0.042	0.092	0.138	1.426
20	0.004	0.008	0.077	0.068	0.008	0.005	0.008	0.01	0.004	0.01	0.008	0.021	0.038	0.03	0.361
TOTAL	2.19	1.32	2.07	1.86	0.98	0.64	0.5	0.53	0.89	3.15	1.33	0.69	2.04	2.36	31.78

표 2.3-12(7 중 5)

Wind Speed	Joint Frequency (VERTICAL TEMPERATURE DIFFERENCE ($T_{15m}-T_{0m}$) $^{\circ}C$, -0.5 to +1.5) : 10m & 58m																
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	TOTAL
0.5	0.002	0.006	0.078	0.091	0.015	0.003	0.017	0.009	0.007	0.008	0.008	0.015	0.046	0.033	0.022	0.06	0.419
1	0.03	0.091	0.717	0.575	0.245	0.078	0.043	0.017	0.036	0.084	0.119	0.049	0.25	0.188	0.353	0.428	3.303
1.5	0.137	0.419	0.352	0.14	0.083	0.063	0.014	0.029	0.069	0.252	0.171	0.024	0.342	0.236	1.291	0.774	4.396
2	0.115	0.022	0.004	0.006	0.001	0	0	0.004	0.022	0.138	0.018	0.001	0.025	0.077	0.231	0.322	0.986
3	0.013	0	0	0.002	0	0	0	0.004	0.037	0.133	0.001	0	0.001	0.023	0.037	0.056	0.307
4	0	0	0.017	0.213	0.024	0.034	0.008	0.005	0.008	0.003	0.001	0.004	0.022	0.106	0.042	0.036	0.523
5	0	0	0.012	0.035	0.004	0.005	0	0.001	0.003	0.001	0	0.004	0.013	0.026	0.01	0.005	0.119
6	0	0.004	0.024	0.051	0.008	0.001	0.007	0.006	0.001	0.002	0.001	0.004	0.023	0.035	0.012	0.012	0.189
8	0.004	0.042	0.243	0.273	0.036	0.042	0.012	0.005	0.011	0.013	0.031	0.011	0.177	0.138	0.157	0.07	1.265
10	0.027	0.12	0.136	0.068	0.028	0.03	0.008	0.027	0.023	0.045	0.03	0.001	0.131	0.109	0.374	0.144	1.3
20	0.003	0.001	0.002	0.001	0.001	0	0	0.003	0.005	0.011	0	0.001	0.001	0.012	0.03	0.017	0.086
TOTAL	0.33	0.71	1.58	1.46	0.44	0.25	0.11	0.11	0.22	0.69	0.38	0.11	1.03	0.98	2.56	1.92	12.89

표 2.3-12(7 중 6)

Wind Speed	Joint Frequency (VERTICAL TEMPERATURE DIFFERENCE ($T_{58m}-T_{10m}$) °C, +1.5 to +4.0) : 10m & 58m														TOTAL
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	
0.5	0.004	0	0	0.001	0	0	0	0	0.004	0.006	0	0	0	0.003	0.006
1	0	0	0.001	0.036	0.008	0.002	0	0	0.001	0	0	0	0.008	0.086	0.196
1.5	0	0	0.008	0.004	0.002	0	0	0	0	0	0	0.001	0.004	0.01	0.038
2	0	0.002	0.015	0.014	0.002	0	0.003	0	0	0	0	0.001	0.013	0.017	0.075
3	0	0.023	0.074	0.058	0.003	0.012	0.004	0.011	0.003	0.003	0.002	0.003	0.101	0.143	0.494
4	0.006	0.037	0.113	0.06	0.025	0.026	0.016	0.04	0.001	0.018	0.024	0	0.065	0.058	0.58
5	0	0	0.001	0.001	0.001	0	0.004	0.001	0.004	0.001	0	0	0	0.003	0.026
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0.001	0	0	0	0	0	0.001
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.004	0.01	0.022
10	0	0	0.001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.001	0.003
20	0	0	0.001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.001	0.003	0.006
TOTAL	0.01	0.06	0.21	0.17	0.04	0.04	0.03	0.05	0.01	0.03	0.03	0	0.2	0.33	1.47

표 2.3-12(7 중 7)

Wind Speed	Joint Frequency (VERTICAL TEMPERATURE DIFFERENCE ($T_{55m}-T_{10m}$) °C, $\geq +4.0$) : 10m & 58m													
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW
0.5	0	0	0.002	0.004	0.001	0.001	0	0.003	0	0	0	0	0.008	0.013
1	0.001	0.011	0.007	0.011	0.002	0.008	0.017	0.008	0.001	0.008	0.001	0	0.003	0.006
1.5	0	0	0	0	0	0	0.001	0.001	0.001	0	0	0	0	0.001
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.001	0.004
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.001
6	0	0	0	0	0	0	0.001	0.001	0	0	0	0	0	0.001
8	0	0	0.004	0.005	0.006	0.022	0.033	0.019	0.004	0	0	0	0	0.001
10	0	0	0	0	0	0	0.001	0.003	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	0	0.01	0.01	0.02	0.01	0.03	0.05	0.04	0.01	0.01	0	0	0.01	0.03
													0.01	0
														0.032
													0.005	0
													0.001	0.004
													0	0
													0.001	0.006
													0	0
													0.001	0.001
													0	0.002
													0.003	0.098
													0	0.004
													0	0
													0.01	0.24

표 2.3-13

사고시 대기확산인자

Period after Accident	Assumed Dispersion Conditions				X/Q (sec/m ³)	
	% of time wind is in chosen Sector	% of time diffusion condition exists in chosen sector	Diffusion Condition		Minimum site boundary distance (700 meters)	Low population zone radius 5,633 m
			Wind speed (m/sec)	Diffusion group (Pasquill)		
0-8 hrs	100	100	1	F	6.90×10^{-4}	4.59×10^{-5}
8-24 hrs	100	100	2	F	1.08×10^{-4}	3.88×10^{-6}
24-48 hrs	100	50	2	F	7.80×10^{-5}	2.71×10^{-6}
		50	3	D		
2-30 days	40	30	2	F	2.04×10^{-5}	1.89×10^{-6}
		70	4	D		

표 2.3-14

부지의 대기확산인자

X/Q (sec/m ³)					
Distance (meters)	0 - 8 hrs	8 - 24 hrs	1 - 2 days	2 - 30 days	
300	1.68 × 10 ⁻³	4.85 × 10 ⁻⁴	3.55 × 10 ⁻⁴	1.10 × 10 ⁻⁴	
700	6.90 × 10 ⁻⁴	1.08 × 10 ⁻⁴	7.80 × 10 ⁻⁵	2.04 × 10 ⁻⁵	
1,000	5.00 × 10 ⁻⁴	5.80 × 10 ⁻⁵	4.20 × 10 ⁻⁵	1.09 × 10 ⁻⁵	
3,000	1.16 × 10 ⁻⁴	1.00 × 10 ⁻⁵	7.10 × 10 ⁻⁶	1.84 × 10 ⁻⁶	
5,633	4.59 × 10 ⁻⁵	3.88 × 10 ⁻⁶	2.71 × 10 ⁻⁶	7.12 × 10 ⁻⁷	
6,000	4.26 × 10 ⁻⁵	3.59 × 10 ⁻⁶	2.48 × 10 ⁻⁶	6.40 × 10 ⁻⁷	
10,000	2.53 × 10 ⁻⁵	1.82 × 10 ⁻⁶	1.21 × 10 ⁻⁶	3.11 × 10 ⁻⁷	
30,000	6.62 × 10 ⁻⁶	3.96 × 10 ⁻⁷	2.51 × 10 ⁻⁷	6.38 × 10 ⁻⁸	

2.4 수문공학

2.4.1 수문학적 기술

2.4.1.1 부지 및 설비

고리 1호기 부지는 부산광역시 기장군 장안읍에 위치하며, 지정학적으로는 한반도의 동남 해안에 위치한다. 부지의 동쪽으로는 고리 2,3,4호기가 인접하여 위치하고, 또한 고리 3,4호기에서 북동쪽으로 인접하여 신고리 1,2,3,4호기가 가동 또는 운영 준비 중에 있다. 부지가 해안에 위치하기 때문에 파랑에 의한 해수위와 냉각수계통 설계를 고려하여 주요 안전성관련 구조물이 위치한 본관건물 지역의 부지는 IMSL(Incheon Mean Sea Level, 인천 평균해수면, EL-IMSL로 표시) 기준 고리 1호기 부지가 EL-IMSL(+)5.37m로 정지되었다. 또한 해일에 의한 침수를 대비하여 고리 1~4호기 바다방향의 전체 외곽을 둘러싸고 있는 해안 방벽을 EL-IMSL(+)10.0m로 증축하였다.

고리 1호기의 냉각수 취·배수 방식은 순환수계통과 1차기냉각해수계통 모두 표층 취수 및 배수 방식으로 설계되었다. 발전소 부지는 해안에 인접해 있으므로 부지의 수문학적 특성은 동해와 남해의 영향을 동시에 받으며 발전 냉각수원으로는 해수를 이용한다. 부지 인근의 하천 및 제원은 다음과 같다.

부지중심에서 북서쪽 약 1.1km 떨어진 곳에 장안천이 흐르고 있으며 본 하천은 유역면적이 약 28.7km², 유로연장이 약 13.1km이고, 북동쪽 약 2km 떨어진 곳에는 유역면적이 약 26.08km², 유로연장이 약 16.85km인 효암천이 흐르고 있다. 이 두 하천은 모두 소하천으로서 하천의 유출은 동해로 이루어지고 있으며 상기 하천의 범람은 부지의 수계와 상이하므로 부지의 침수에는 영향을 미치지 못한다. 부지 주변의 수계를 포함한 지형도는 그림 2.4-1과 같다. 발전소에 공급되는 공업용수, 생활용수는 울산용수 가압장 및 반룡 양수장을 주용수원으로 하고 있으며 일일 약 4,000ton이 취수 가능하다.

2.4.1.2 수계

고리 1호기 부지의 수계특성은 장안천에 의해 대표할 수 있다. 고리 1호기에서 북서쪽으로 약 1.1km 거리의 월내마을에서 동해로 유입되는 장안천은 기장군 장안읍 장안리 서쪽의 삼각산 계곡에서 발원하여 장안읍 기룡리, 용소리, 반룡리, 월내리 등을 거치면서 주변의 여러 소하천과 합류하여 하류 하폭(하천 너비) 약 97m의 하천으로 발달한다. 유역의 형상은 대체적으로 수지상을 이루고 있으며 그 폭이 동서로 약 5.4km, 남북으로 약 7.3km 정도이고 유역 내에는 지방 2급 하천인 용소천이 유입되며, 유역은 산지가 많고 하천변을 따라 농경지와 촌락지로 구성되어 있다.

2.4.2 홍수

2.4.2.1 역사 홍수

고리 1호기 건설당시인 1970년부터 현재까지 부지에 영향을 미칠만한 홍수가 발생한 기록은 없다. 그러나 부지가 해안에 위치하고 있기 때문에 해양의 파랑활동에 의한 해수위의 범람을 고려하여 해수에 의한 역사 홍수위를 평가하였다. 부지인근 월내항에서 관측된 조위기록을 이용하여 산정된 주요 4분조의 값은 다음과 같으며 이를 이용하여 설정한 해수면은 표 2.4-1과 같다(참고문헌 1).

구분	반조차(cm)
M ₂ 분조	26.2
S ₂ 분조	14.1
K ₂ 분조	3.3
O ₂ 분조	1.9

부지의 각종 조위면을 인천평균해수면인 옥상표고 기준면으로 환산하기 위하여 월내항에 설치된 기본수준점표(TBM)에 대한 수준측량을 실시하였으며, 측량결과 기본수준점표는 월내항 평균해수면(LMSL)상 166.9cm이고 인천평균해수면상 170.1 cm로, 월내항의 평균 해수면과 고리 1호기 부지해역의 평균해수면이 동일하다고 가정하면 고리 해역의 평균해수면과 인천평균해수면과의 표고차는 3.2cm가 된다. 따라서 고리 1호기 부지 해역의 평균해수면의 표고는 EL. (+)3.2cm가 된다.

부지의 최극고조위(HHWL)와 최극저조위(LLWL)는 부지에서의 장기 조석관측 자료가 없기 때문에 울산항(1965~2010년간 조석관측 자료)과 부산항(1961~2010년간 조석관측자료)의 최극조위값을 각 관측지점의 약최저저조위와 약최고고조위에 대한 편차를 계산하여 비교하였으며, 부산항의 편차가 울산항보다 큰 것으로 나타났다. 따라서 부지의 최극조위는 보수적으로 부산항의 최극조위와 약최고고조위면 또는 약최저저조위면 간의 편차를 이용하여 부지에서의 약최고고조위와 약최저저조위에 가감함으로써 부지의 최극고조위와 최극저조위를 각각 산정하였으며 그 결과는 표 2.4-1에 나타내었다.

부산항의 약최고고조위에 대한 최극고조위 편차는 81cm, 약최저저조위에 대한 최극저조위 편차는 (-)41cm 이다. 이 값을 부지의 약최고고조위면 및 약최저저조위면에 가감하여 부지의 최극조위를 결정하였다.

2.4.2.2 홍수 설계 고려사항

부지 및 부지내 안전성관련 설비에 대한 홍수설계는 강수로 인한 육상범람에 대처하기 위

한 홍수방호설계와 해양의 파랑활동에 의한 해수의 범람에 대처하기 위한 홍수방호설계로 구분할 수 있다. 강수에 의한 홍수는 부지 내 우수배수계통의 기능정지를 가정한 상태에서의 가능최대강수량에 의한 부지 내 침수이다.

가능최대강수량에 의한 부지 소유역에 대한 홍수방호설계는 부지내 가능최대강수량에 의한 침수고 산정과 안전성관련 구조물의 내부 침수를 방지하기 위하여 안전성관련 구조물의 지상 1층 바닥표고와 지상 개구부의 위치를 침수고 상부에 위치하도록 설계하여야 한다. 부지의 가능최대강수량의 평가에 의하면(표 2.4-2, 표 2.4-3) 고리 1호기의 안전성관련 구조물이 침수될 수 있는 것으로 평가되었으나, 안전성관련 구조물의 출입구에는 방수문이 설치되므로 가능최대강수에 의한 침수는 발생하지 않는다.

또한 부지는 해안에 인접하여 조성되므로 해안의 파랑활동에 의한 부지의 범람 가능성 평가, 안전성관련 구조물에 미치는 영향 등을 평가하여야 하며, 부지해역의 해수위 상승의 주요요인은 조석, 풍파, 폭풍해일, 지진해일 등을 들 수 있다. 따라서 이상의 해수위 상승요인을 조합하여 가능최고해수위를 결정하고 가능최고해수위에 대하여 부지의 안전성 및 안전성관련 설비에 미치는 영향을 검토한 후 필요시 적절한 방호계획을 설계에 고려하여야 한다. 부지해역의 가능최고해수위는 EL.(+) 7.554m로 산정되어 부지정지고보다 높으나 고리 부지에는 바다 쪽과 접하고 있는 방향 전체에 EL.(+) 10.0m의 해안방벽이 설치되어 있어 폭풍해일 등에 의한 부지의 범람이 발생하지 않는다. 뿐만 아니라 가능최저해수위는 안전성관련 냉각수계통인 1차측기냉각해수계통 취수펌프의 설계 기준 수위로 적용되며 산정된 가능최저해수위는 EL.(-) 1.80m 이다.

2.4.2.3 국지적 호우의 영향

부지에서의 국지적 호우, 즉 가능최대강수량(PMP)에 의한 홍수로 인하여 안전성관련 구조물이 침수되지 않도록 안전성관련 구조물의 지상 개구부 설치높이를 결정하여야 한다.

부지의 가능최대강수량은 크게 수문기상학적 방법과 통계학적 방법에 의한 추정이 가능하다. 수문기상학적 방법에 의한 부지의 가능최대강수량은 “전국 PMP도 재작성 보고서”(건설교통부, 2004)로부터 구하였으며, 고리부지 유역은 2.5km²이하이므로 유역면적 25km² ~ 20,000km²의 가능최대강수량도에서 독치한 값을 회귀분석하여 2.5km²의 가능최대강수량을 산정하였다. 이렇게 평가한 부지의 지속기간별 가능최대강수량은 표 2.4-2와 같다.

통계학적 방법에 의한 부지의 지속시간별 가능최대강수량은 부지를 대표하는 울산기상관측소에서 관측된 연 최대치 강우자료(1961년~2013년)와 2014년 8월 25일 발생한 집중호우 때 고리 기상탑에서 관측된 강우자료를 이용하여 세계기상기구(WMO)에서 제시된 방법을 사용하여 산정하였다. 통계학적 방법에 의해 산정된 지속시간별 부지의 가능최대강수량은 표 2.4-3에 표시하였다. 표 2.4-3에 표시된 통계학적 방법에 의하여 산정된 부지의 가능최대강수량이 표 2.4-2의 수문기상학적 방법에 의한 결과보다 크므로 보수적으로 통

계학적 방법에 의해 산정된 가능최대강수량을 이용하여 안전성관련 구조물에 대한 침수심을 평가하였다.

통계학적 방법으로 산정된 PMP를 이용하여 부지에 예상되는 가능최대홍수량(PMF)을 미육군공병단의 HEC-HMS(Hydrologic Engineering Center-Hydrologic Modeling System) 모형을 이용, Clark 방법으로 산정하였다. 최종적으로 부지의 각 지점별 최고수위를 XP-SWMM의 내부 2D 모형인 TUFLOW모형을 사용하여 2차원 수치모의를 수행하여 산정하였고, 이렇게 구한 각 지점별 최고수위와 고리 1호기 안전성관련 구조물의 1층 출입구 표고를 비교함으로써 안전성관련 구조물의 침수 영향을 평가하였다. 또한 이 평가에서는 가능최대강우가 태풍으로 인해 발생하는 상황을 고려하여 해수위 상승 등으로 발전소의 우수배수계통으로 는 강우가 배수되지 못하는 상황을 가정하였다. 평가 결과 부지 배후 산지 및 고리 3,4호기 부지에 내린 강우가 고리 1발전소 부지로 유입되는 지형특성 등에 의하여 보조건물 복합체 및 1차해수냉각수취수구조물 출입구 등에서의 침수심이 출입구 표고를 40cm~70cm 초과하는 것으로 검토되었다. 그러나 안전성관련 구조물의 출입구에는 방수문이 설치되므로 가능최대강수에 의한 침수는 발생하지 않는다.

2.4.3 하천과 강의 가능최대홍수

부지에는 홍수범람의 원인이 될 수 있는 하천이나 강이 없으므로 하천이나 강의 가능최대홍수량은 고려하지 않는다.

2.4.4 지진에 의한 댐파괴 가능성

부지를 포함한 유역상류부에 댐이 존재하지 않기 때문에 본 항목은 적용되지 않는다.

2.4.5 가능최대폭풍해일과 정진범람

폭풍해일은 해상의 태풍에 의한 취송작용으로 해안에 해수가 퇴적되어 수위가 이상적으로 상승하는 현상을 말하며 정진은 충력파인 장파가 폐쇄된 만이나 항구로 침입하여 만이나 항구가 갖고 있는 고유진동수와 일치할 경우, 파랑이 증폭되는 현상을 일컫는다. 그러나 본 부지의 해안은 외해와 개방된 형태를 취하고 있으므로 정진범람은 무시하고 태풍과 같이 기상현상에 의한 이상파랑인 폭풍해일고만을 취급한다.

2.4.5.1 가능최대바람 및 관련 기상학적 매개변수

부지해역의 가능최대태풍을 설정하기 위한 기준 태풍으로는 역사적으로 남해안에 최대의 피해를 입힌 1959년 14호 태풍 사라(Sarah)를 선택하였으며, 태풍 사라의 바람장을 10% 증가시킨 가상의 태풍을 부지해역의 가능최대태풍으로 가정하였다.

태풍 사라호는 1959년 9월 15일~18일까지 우리나라 전역에 영향을 미쳤으며 특히, 남해안 지방을 강타하여 낙동강과 섬진강을 범람시켰고 이재민 37만 여명, 사망 및 실종이 849명, 부상자 2,533명, 재산피해 약 2,043억원 등 큰 피해를 입혔다. 1959년 9월15일 3시에는 중심기압 920hPa로 북북서진을 하여 류큐 열도를 지나 9월 16일 9시에는 중심기압 905hPa, 중심 최대풍속 65m/s를 유지하면서 28°N, 125°E, 즉 대만 북동쪽 300km 해상에 도달하였고 여기서부터 전향해서 북북동진하고 이후부터 매시 25km로 북상하였다. 17일 9시에는 중심기압이 945hPa로 다소 약화되면서 여수 남쪽 120km 해상까지 접근하였다. 이후 계속 북동진하여 경남해역과 부산을 거쳐 15시에는 동해로 빠져나갔다. 18일 3시에는 동해 중심부를 거쳐 19일 3시에는 북해도 북단을 지나갔다.

폭풍해일고를 산정하기 위하여 필요한 태풍의 기상학적 매개변수는 중심기압 강하량과 최대풍반경에서의 최대풍속이다. 태풍 사라호의 위치별, 시간별 중심기압은 표 2.4-4와 같다. 해상에서의 태풍에 의한 바람장 산정은 해양 기상 모형을 이용하여 수치계산으로 얻는데 지금까지 준정상 상태에 가까운 해상 조건에서 대기 자료로부터 원해상의 해상풍 추정을 위해 연구 개발된 대표적인 모형으로 카돈(Cardone, 1969) 모형이 있다. 부지해역의 폭풍해일고를 산정하기 위해서 일본기상협회가 제공하는 기압, 대기 온도 및 해수 온도 자료를 사용하여 바람장을 구성하였다. 이 자료들은 천기도를 디지털화하여 만든 6시간 간격의 격자점 자료(grid point value, GPV)로서 30°N, 140°E를 기준점으로 하여 직교좌표계에서 50km 간격으로 동측으로 2,000km, 서측으로 2,500km, 남측으로 1,000km, 북측으로 2,000km의 지역을 91×61 격자 체계로 나타내고 있다. 이 6시간 간격의 기압, 대기온도, 해수온도 분포장을 1시간 간격으로 내삽한 후 카돈 모형에 기압, 대기온도, 해수온도를 입력하여 전 영역의 바람장을 산정하였다. 또한 주변기압이 약 1,000hPa 이하인 태풍역은 랭킨-볼텍스(Rankin-vortex) 형의 태풍 모형 중 후지타(Fujita, 1962) 모형을 이용하여 산정한 후 카돈 모형으로 계산된 바람장에 삽입시켜 바람장을 작성하였다(참고문헌 2).

2.4.5.2 폭풍해일고와 정진수위

부지해역의 가능최대폭풍해일고를 산정하기 위하여 적용된 수치모형은 조석-해일-해파 결합 모형으로 우선 조석-해일 모형에 대한 설명은 다음과 같다. 모델 영역은 북서태평양 해역과 동중국해, 황해 및 동해를 포함하도록 수립하였다. 남측 경계를 20°N, 북측경계를 50°N, 서측경계는 115°E, 동측경계는 155°E까지로 넓게 제한한 것은 첫째, 한국, 일본, 중국에 미치는 태풍이동 경로가 상기 영역 내에 포함될 뿐만 아니라, 태풍역의 규모가 수십~수백km에 이르며 둘째는 심해역에서 발생한 해일의 효과에 의한 천해역에서의 반응을 파악하기 위함이었다.

구면좌표상에 형성된 이류가속항과 해면응력, 해저마찰항, 해면기압 경사항을 포함한 비선형 조석 및 해일모형의 지배방정식은 수직 적분된 동수역학적 방정식을 사용했으며, 이류항의 경우 Roberts와 Weiss(1967)에 의해 제시된 각미분체계(angled-derivative scheme)를 이용하여 수치해를 구하였다. 지배방정식의 유한차분식은 Davies와

Flather(1978)에 의해 제시된 것을 사용하였다.

육지 경계조건으로는 경계면에 수직인 유속성분을 영으로 두었으며 외해 경계조건으로는 조석과 해일의 상호작용을 고려할 수 있는 형태를 사전에 구성하였고 동시에 방사경계조건(radiational boundary condition, Reid와 Bodine, 1968)의 개념에 따라 부여되는 해수면 변화와 계산되는 해수면 변화와의 관계로부터 경계면에서의 유속을 결정하였다. 해일 산정기간을 통해 모형의 매 격자점마다 기상조건에 의한 외력항인 해면풍에 의한 응력 성분 F_s , G_s 와 대기압경사 P, Q ($P = \frac{1}{R \cos \phi} \frac{\partial P}{\partial x}$, $Q = \frac{1}{R} \frac{\partial P}{\partial \phi}$)가 입력되는데 이 성분은 프로그램 내에서 바람과 기압정보로부터 응력 산정식과 기압 경사가 산정된다. 해면에서 바람에 의한 응력은 일반적으로 다음과 같이 표시된다.

$$F^{(s)} = C_d \rho_a W_x W$$

$$G^{(s)} = C_d \rho_a W_\phi W$$

여기서, C_d : 바람의 응력계수(drag coefficient)

ρ_a : 공기의 밀도

W : 해면상 10m에서의 풍속

W_x, W_ϕ : x, ϕ 방향의 풍속 성분

바람의 응력계수 C_d 산정은 Verboom(1992)의 북해에서의 폭풍해일 산정시 바람저항계수의 영향을 검토한 후 적정성을 제시한 Smith와 Banke(1975)식이 적용되었다.

모형에 적용된 격자구성은 5분 격자체계($\frac{1}{12}^\circ \times \frac{1}{12}^\circ$)로서 구성되어 경도간 481개, 위도간 361개의 격자 체계를 갖는다. 수심자료는 고진석(1993)의 동아시아해역 조석모형에 적용되었던 NOAA의 DBDB-5(digital bathymetric data base 5-minute) 수심자료로부터 취하였으며, 계산시간 간격은 C.F.L(Courant- Friedrichs-Luwy) 조건 ($\Delta t \leq \frac{\Delta X_{\min}}{\sqrt{2gh_{\max}}}$)을

만족하는 10초로 하여 시뮬레이션이 이루어졌다. 계산기간은 순수 조석조건 및 조석+해일 조건에 대해 태풍별 태풍기간별로 수행하되 태풍에 의한 기상외력 조건부여 3일 전부터 수행하여 저온-기동(cold-start) 기간에 의한 모형 내 조석 교란현상을 없앴 후 태풍기간에 대한 해일을 산정토록 하였다.

부지해역의 가능최대폭풍해일고를 수치실험으로 산정하기 위하여 적용된 조석-해일-해파 결합모형에서의 해파관련 모형인 WAM(wave model) 모형은 2차원 해파 스펙트럼의 형태에 대한 어떠한 가정 없이 2차원 해파 스펙트럼의 변화를 해파에너지 보존방정식으로 적분하여 계산하는 제 3세대 모델이다. 조석-해일모형과 해파모형의 결합과정을 보면, 먼저 해

파 모형은 분석자료로부터 미리 계산된 수위와 해류 자료를 고려하여 해파가 고려된 해표면 응력을 계산한다. 이 값은 조석-해일모형에 입력되어 수위와 해류를 계산하며, 계산된 해류와 수위 정보는 다시 해파 모형에 사용된다. 조석-해일 모형과 해파 모형에 교환하는 입력 값들은 다음과 같다(참고문헌 2).

- 가. 해파 모형에서는 조석-해일 모형으로 이동하는 데이터는 해파의 영향이 고려된 표면응력과 파고, 주기이다. 표면응력은 조석-해일 모형에서 Smith와 Banke의 저항계수를 이용하여 구했던 응력을 파랑이 고려된 해면응력으로 대신하게 된다. 그리고 파고와 주기는 간략화 된 바닥경계층(simplified bottom boundary) 모형에 의해 해저응력을 계산하는 데에 이용되며 이 경우의 해저 마찰계수는 상수가 아닌 변화되는 변수이다.
- 나. 조석-해일 모형에서는 수위와 유속 값이 종래의 일정 수심이 아닌 조석과 해일에 의한 수위 변화와 조류, 해일 유발유속, 해파에 의한 유속이 고려된 동적 상황이 다시 해파 모형으로 입력된다.

완전 결합된 해파-조석-해일 모형을 구성하여 해일고를 산정하였으며 가능최대태풍으로는 과거 부산 지역에 큰 피해를 주었던 1959년 14호 태풍 사라(Sarah)호의 바람장의 강도를 10% 증가시킨 태풍을 선정하여 해일고를 산정하였다. 관측자료 분석 및 폭풍해일 시뮬레이션에 의해 산정된 부지해역의 폭풍해일고는 부지 평균해면을 기준으로 할 때 다음과 같다.

- 가. 양의 가능최대폭풍해일고 : (+)90.7 cm
- 나. 음의 가능최대폭풍해일고 : (-)70.0 cm

과거 한반도해역에서 발생한 75개 악조건의 기상에 대하여 검토소의 관측자료와 수치실험을 통하여 분석한 25년 및 100년 빈도 폭풍해일고는 다음과 같이 각각 산정되었다.

- 가. 25년 빈도 양의 폭풍해일고 : (+)36.80cm
- 나. 25년 빈도 음의 폭풍해일고 : (-)44.23cm
- 다. 100년 빈도 양의 폭풍해일고 : (+)51.54cm
- 라. 100년 빈도 음의 폭풍해일고 : (-)50.76cm

2.4.5.3 파랑 활동

사라호 태풍의 바람장 강도를 10% 강화한 가능최대태풍에 의하여 발생하는 고리 해역의 최대유파고는 741.9cm이며 부지범람에 의한 영향을 평가하기 위해서는 바람에 의한 파랑을 직접적으로 이용하지 않으며 풍파가 천해로 이동되어 쇄파되면서 연안역의 수위를 증가시키는 파수위 상승(Wave runup)에 의한 수위 상승량만을 고려한다. 또한 해수와 접하는 안전성관련 설비인 1차기냉각해수계통과 해양과 접하는 부지의 사면은 방파제를

월파(Over flow)한 2차 파랑에 의한 파력에 안정하도록 설계하여야 한다. 사라호 태풍의 바람장 강도를 10% 강화한 가능최대태풍에 의한 파수위 상승량은 다음 식에 의하여 산정한다.

$$0.14 < \frac{N(\text{meter})}{H_{\frac{1}{3}}} < 0.21$$

여기서 $H_{\frac{1}{3}}$ 은 최대유의파고, N은 연안역에서의 파수위 상승량을 나타낸다.

사라호 태풍의 바람장을 10% 증가시킨 경우의 파수위 상승량은 위 식에 의하여 1.039m~1.558m의 범위를 가지며 보수적인 해수위 범람 평가를 위하여 가능최대태풍에 의하여 부지연안에서 발생하는 풍파에 의한 파수위 상승량을 1.6m로 결정하였다. 또한 가능최대태풍 발생시 예상되는 최대유의파고 741.9cm에 의한 고리 1호기 부지 호안에서의 처오름높이(wave runup)는 파랑의 진행 특성, 제방의 형상, 조도계수, 바닥수심, 전면의 바닥경사, 피복석 및 T.T.P의 감쇠효과 등에 의하여 결정되며, 가능최대태풍에 의한 처오름높이를 산정하면 3.75m가 된다

2.4.5.4 보호용 구조물

가능최고해수위는 EL.(+)7.554m이며 본관건물 부지정지고가 EL.(+)5.37m로서 가능최고해수위가 부지정지고 보다 높다. 그러나 고리 1~4호기 바다방향의 전체 외곽을 둘러싸고 있는 해안방벽이 EL.-MSL(+)10.0m이므로 부지 및 안전성관련 구조물들은 가능최고해수위에 대하여 범람될 가능성은 없다.

2.4.6 가능최대지진해일 범람

부지에서의 100년 및 25년 빈도의 지진해일고를 산정하기 위하여 지진해일 유발 지진의 단층파라미터는 과거 동해에서 발생한 지진자료에 대한 빈도분석을 수행하여 지진규모를 산정하였다. 가능최대지진해일의 경우는 지진규모 M=7.8에 대하여 통계분석을 통하여 추정된 단층파라미터와 1983년 아키타(Akita) 지진해일, 1993년 오키시리(Okushiri) 지진해일 및 지진공백역 이론에 의거한 단층파라미터를 적용하였다.

부지에 가장 큰 지진해일고를 유발할 것으로 예상되는 초기지진해일 파원의 위치와 방향은 일본 홋카이도(Hokkaido)와 혼슈(Honshu)의 서쪽 단층대를 따라 11개의 해저지진을 가정하고 각각에 대해 부지에서의 최대 수위상승 및 하강량을 수치계산하여 가장 큰 값으로 정하였다. 또한 최근 이 지역에서 지진공백역으로 가까운 장래에 지진해일을 발생시킬 가능성이 높은 6개 가상 해저지진 중 그 규모가 최대인 해저지진에 대해서도 수치해석을 실시하여 최대 수위상승 및 하강량을 산정하였다. 결과는 표 2.4-5와 같으며 가능최대지진

해일(PMT, Probable Maximum Tsunami)에 의한 최대 수위상승량은 0.33m, 최대 수위하강량은 0.29m로 결정되었다(참고문헌 2).

2.4.7 빙하에 의한 영향

부지가 온대지역에 위치하고 있어서 해수의 염분 및 기후조건에 의하여 빙하가 형성되지 않으므로 빙하에 의한 영향은 고려하지 않는다.

2.4.8 냉각수로와 냉각지

냉각수로 해수를 취수하여 열원을 냉각시키고 바다로 직접 방출하는 직접순환냉각방식을 채택하고 있으므로 냉각수를 재순환시키는 방식에 주로 적용되는 냉각수로와 냉각지는 설치되지 않는다. 따라서 본 항목에 대한 분석은 실시하지 않는다.

2.4.9 수로전환

발전소의 냉각수원은 동해의 해수로서 하천수를 냉각수원으로 이용하지 않으므로 냉각수원의 수로전환에 대한 검토는 수행하지 않는다.

2.4.10 홍수 방호 요구사항

부지의 홍수위는 강수에 의한 유출로 발생하는 홍수와 해양의 파랑활동에 의하여 발생하는 홍수로 구분할 수 있으며 부지의 모든 안전성관련 설비는 상기의 홍수사상에 대하여 안전하게 방호되도록 설계하여야 한다. 부지에서 강수에 의한 홍수의 영향은 국지호우 영향으로서 가능최대강수량에 의한 부지내 침수심은 2.4.2.3절에서와 같이 보조건물 복합체 및 1차해수냉각수취수구조물 출입구 표고를 30cm~60cm 초과하는 것으로 검토되었다.

그러나 비상전력계통 및 주요 안전 설비의 출입구에는 방수문이* 설치되며 자연재해 발생 시 표준운영-1210(자연재해 예방점검 및 조치) 절차서에 따라 조치하므로 가능최대강수에 의한 침수는 발생하지 않는다.

해양의 파랑활동에 의한 가능최고해수위, EL.(+)7.554m에 대하여 본관건물 부지정지고가 EL.(+)5.37m로서 가능최고해수위가 부지정지고 보다 높다. 그러나 고리 1~4호기 바다방향의 전체 외곽을 둘러싸고 있는 해안방벽이 EL_{-1MSL}(+)10.0m이므로 부지 및 안전성관련 구조물들은 가능최고해수위에 대하여 범람될 가능성은 없으며 별도의 홍수방호설비는 불필요하다.

* 방수문 설치 예정 일정 : 2018.10

2.4.11 저수위 고려사항

2.4.11.1 하천 및 강의 저수위

하천수를 발전소의 가동에 필요한 어떠한 수원으로든 이용하지 않으므로 발전소의 안전성 관련 설비에는 영향이 없다.

2.4.11.2 폭풍해일, 정진현상 또는 지진해일에 의한 수위

안전성관련 냉각수원인 1차기냉각해수계통의 냉각수는 동해의 해수를 취수하여 사용하므로 해수위의 저하에 의한 냉각수의 공급영향을 검토하여야 한다. 부지해역의 정진현상은 무시할 수 있으므로 폭풍해일 및 지진해일에 의한 해양의 가능최저저수위를 산정한다. 조석의 영향에 의한 부지의 최극저조위는 EL. (-)0.833m로 산정되었으며 가능최대지진해일에 의한 저수위는 (-)0.292m, 가능최대폭풍해일에 의한 저수위는 고수위와 동일하게 강하된다고 가정하면 (-)0.907m가 된다.

따라서 부지해역에서의 가능최저해수위는 부지의 최극저조위기준으로 폭풍해일에 의한 저수위를 감하여 EL. (-)1.74m로 결정하였으며, 설계에서는 계절별 평균해수면의 변동성을 고려하여 가능최저해수위는 EL. (-)1.80m를 적용하였다.

2.4.11.3 역사적 저수위

부지해역의 역사적 저수위에 대한 기록이 없으므로 부산항의 기왕최극저조위값을 육상표고 기준으로 환산한 값을 부지해역에서의 최극저조위로 이용하였고 그 값은 EL. (-)0.833m이다.

2.4.11.4 장래조절

1차기냉각해수계통의 냉각수는 동해의 해수를 이용하므로 수원의 고갈 및 수량변화에 대한 고려가 불필요하다. 따라서 냉각수확보를 위한 장래조절은 검토하지 않는다.

2.4.11.5 발전소 요구사항

발전용수는 울산공업용수를 이용하므로 특별한 발전소 요구사항은 적용되지 않으며 복수기를 냉각시키기 위한 순환수냉각계통은 비안전성관련 계통으로 부지의 최극저조위 EL. (-)0.833m에서 가동할 수 있도록 설계되었다. 또한 안전성관련 냉각수계통인 1차기냉각해수계통은 부지의 가능최저해수위 EL. (-)1.80m에서도 취수가 가능하다. 최종열제거원에 대한 세부사항은 DSAR 9.2.5를 따른다.

2.4.11.6 열처리 종속 요구사항

안전성관련 냉각수계통인 1차기기냉각해수계통의 안정적인 냉각수 공급(4,825gpm)을 위하여 1차기기냉각해수 취수구조물 등은 내진범주 1급 구조물로 설계되었다. 또한 1차기기냉각해수 취수펌프는 부지의 가능최저저수위인 EL. (-)1.80m에서 가동을 위하여 필요한 유효 흡입수두가 확보되도록 설계하였다.

2.4.12 사고로 지표수에 방출된 액체 방사성 물질의 확산, 희석 및 이동시간

사고로 부지 내에서 누설된 액체방사성폐기물은 지표수에 직접 유입되기보다는 지하로 침투하여 지하수에 도달하게 된다. 지하수에 유입된 핵종은 분산, 흡착 및 이류작용을 통하여 농도변화를 일으키며 인근의 지표수원으로 용출하게 될 것이다. 핵종농도가 허용기준을 만족할 경우 더 이상의 검토는 수행하지 않는다.

2.4.13 지하수

2.4.13.1 지하수 및 부지 내 이용

고리 1호기에서는 부지내의 지하수를 개발하여 발전용수 및 생활용수로 사용하지 않으며, 인근 마을에서도 지하수를 음용수로 이용하지 않고 있다. 다만 부지 내 지하구조물의 방수 보조용으로 설치된 영구지하수 배수설비가 본관 구조물 기초하부에 설치되어 있는데 이 설비는 집수정에 접수된 지하수를 펌프로 양수하여 동해로 배수한다.

2.4.13.2 수원

고리 1호기 부지 내 분포하는 암종은 백악기에 생성된 퇴적암과 북동지역의 관입성 화산암체(안산암, 유문암, 석영안산암, 반정질 유문암 등의 복합체), 부지 중앙에 퇴적암을 관입하는 암맥으로 이루어져 있다(참고문헌 3). 자연 상태 하의 대수층은 접수유역 내의 강하하는 강수의 지하침투 및 침투에 의하여 함양되며, 부지 내 지하수는 배후 사면에서 시작하여 해안지역으로 유출된다. 현장 투수시험 및 수압시험 결과 분석된 지층별 평균 투수계수는 풍화대에서 $9.58 \times 10^{-4} \text{cm/sec}$, 연암대에서 $1.40 \times 10^{-5} \text{cm/sec}$, 경암대에서 $5.06 \times 10^{-6} \text{cm/sec}$ 이다(참고문헌 3). 그림 2.4-2에 고리 1발전소의 지하수 관측공 위치를 표시하였다.

고리 1호기 지하수 조사 결과에 의하면 발전소 부지의 지하수는 자연지표면 경사에 따라 발전소 뒤(북쪽)의 봉대산에서 발전소 앞(남쪽)의 저지로 경사져 흐르며 지하수 관측공에서 월별 수위변화는 그림 2.4-3에 도시하였다.

2.4.13.3 사고영향

액체유출물은 최종적으로 순환수 방출통로를 통해 해수에 희석되어 바다로 배출된다. 따

라서 배출되는 액체방사성물질은 부지 인근의 지표수 또는 지하수의 이동경로를 통해 환경으로 배출되지 않는다. 그러나 지진 등의 자연재해 발생 시 옥외에 설치된 액체방사성물질 저장탱크나 관련 배관이 파손되어 액체방사성물질이 지하로 유출될 경우, 핵종은 부지 내 지하수계로 유입되어 외부 환경에 영향을 미칠 수 있다.

액체방사성물질의 이동시간과 반감기를 이용하여 바다에 도달한 액체방사성물질의 피폭농도를 계산하고, 주 오염원의 배출농도와 배출허용농도 비가 0.01을 초과하는 핵종인 ^3H , ^{137}Cs , ^{60}Co , ^{90}Sr 을 선별하여 핵종이동을 분석한 결과, ^{37}Cs , ^{60}Co , ^{90}Sr 은 대수층 구성물질의 흡착능에 의해 가상사고 발생 직후부터 배출관리 기준치 이하로 저감되며, ^3H 는 부지 경계 외부로 배출되나 최대 배출농도는 원자력안전위원회 고시 제 2014-34호의 배출관리 기준 이하로 평가되어 고시 요건을 만족하였다(참고문헌 3).

2.4.13.4 감시 및 안전조치 요구사항

지하수로 핵종 누출시, 인근 지표수원에서의 누출농도를 계산하여 원자력안전위원회고시 제2014-34호를 만족할 경우는 별도의 감시 및 안전조치 요구사항은 불필요하다. 그러나 발전소 운영중 부지의 지하수위 감시를 위해 피조미터에서 주기적으로 지하수를 채취하여 핵종 누출여부를 감시하도록 한다.

2.4.14 운영기술지침 및 비상운전시 요구사항

부지의 수문공학적 안전성 평가를 수행한 결과, 부지와 비상전력계통 및 주요 안전 설비는 방수문* 및 해안방벽에 의해 보호되어 부지의 강수 및 해양 파랑활동에 의한 홍수위에 대하여 안전하게 방호되며, 방수문 설치 이전의 경우에도 자연재해 발생시 표준운영-1210(자연재해 예방점검 및 조치) 절차서에 따라 조치한다. 또한 가능최저수위에서도 1차기냉각해수펌프의 취수기능이 발휘될 수 있어 냉각수 공급이 안정적으로 확보되므로 가능최저수위에 대한 별도의 조치는 불필요하다.

* 방수문 설치 예정 일정 : 2018.10

2.4.15 참고문헌

1. 한수원(주), 2016, 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서.
2. 한수원(주), 신고리 1,2호기 최종안전성분석보고서.
3. 한수원(주), 2015, 고리 1,2호기 수문확산평가보고서.



()

KRN 1 FSAR

표 2.4-1

부지의 해수위

해 수 위	기본수준면 상 높이	인천평균해수면 기준표고
최극고조위	1.72m	EL. (+)1.297m
약최고고조위	0.91m	EL. (+)0.487m
평균해면	0.455m	EL. (+)0.032m
약최저저조위	0.0m	EL. (-)0.423m
최극저조위	(-)0.41m	EL. (-)0.833m

[자 료 : 신고리 5,6호기 PSAR]



표 2.4-2

수문기상학적방법을 이용한 고리부지의 가능최대강수량 산정결과

구분	지속기간별 PMP(mm)					
	1hr	2hr	6hr	12hr	24hr	48hr
수문기상학적방법	205.3	266.0	534.6	775.5	1190.2	1164.4



표 2.4-3통계학적 방법을 이용한 고리부지의 가능최대강수량 산정결과

구분	지속기간별 PMP(mm)				
	1hr	2hr	6hr	12hr	24hr
통계학적 방법	229.0	326.0	570.7	812.4	1156.6



표 2.4-4

시간에 따른 태풍 사라호의 위경도 및 중심기압

시간	경도(°E)	위도(°N)	중심기압(mbar)
9.15.03	127.5	21.7	920
9.15.09	127.0	22.9	905
9.15.15	126.4	24.1	905
9.15.21	125.8	25.2	905
9.16.03	125.5	26.0	905
9.16.09	125.5	27.3	905
9.16.15	125.5	28.5	935
9.16.21	126.2	30.1	935
9.17.03	127.1	32.0	935
9.17.09	128.5	34.0	945
9.17.15	130.4	35.8	950
9.17.21	132.7	38.2	965
9.18.03	135.7	40.6	970
9.18.09	137.3	42.6	975
9.18.15	139.9	44.2	970
9.18.21	141.5	45.3	974
9.19.03	143.0	46.8	976

표 2.4-5

실제 지진해일과 가상 지진해일에 의한 최대수위상승 및 하강량 비교

지진해 일 수 위	1983 지진해일	1993 지진해일	PMT	지진공백역 No. 2	최종값
최고수위(m)	0.090	0.095	0.258 (진원지 No. 1)	0.332	0.332
최저수위(m)	0.086	0.105	0.292 (진원지 No. 2)	0.269	0.292

[자 료 : 신고리 1,2호기 FSAR]



KRN 1 FSAR

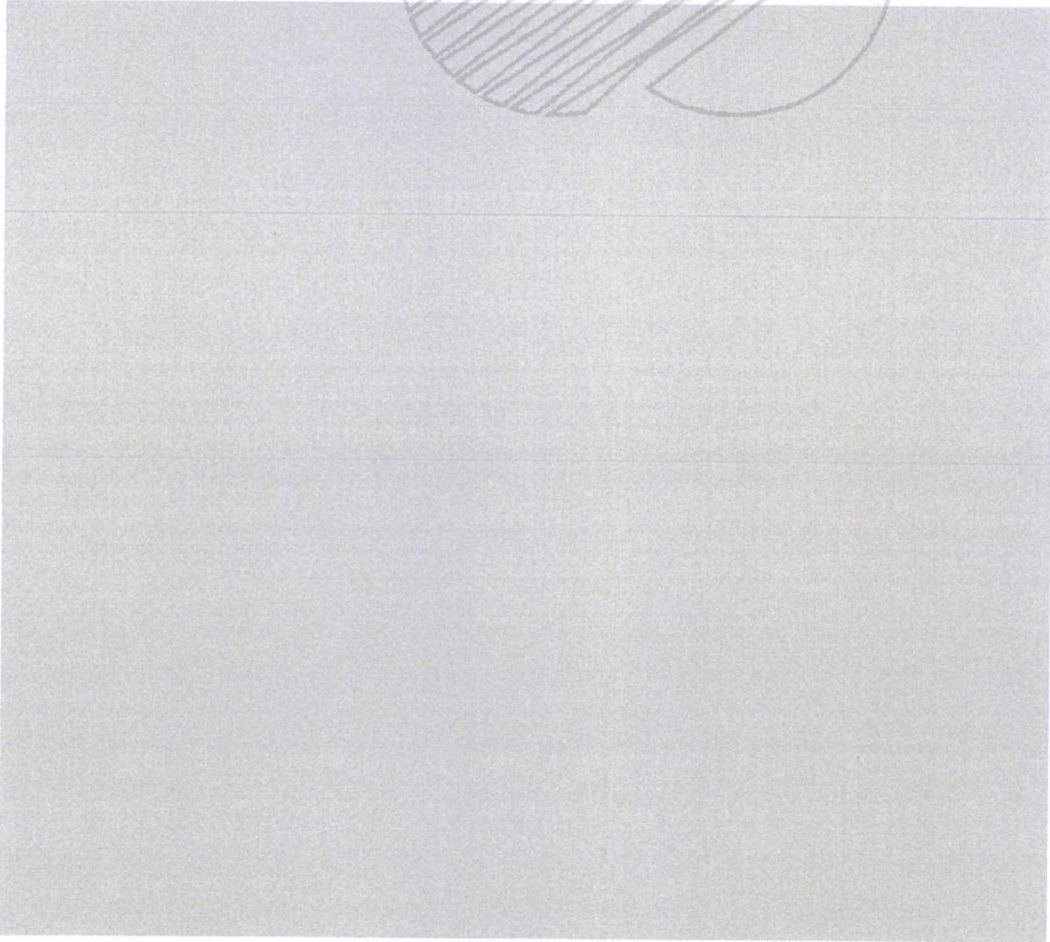


그림 2.4-1

KRN 1 FSAR

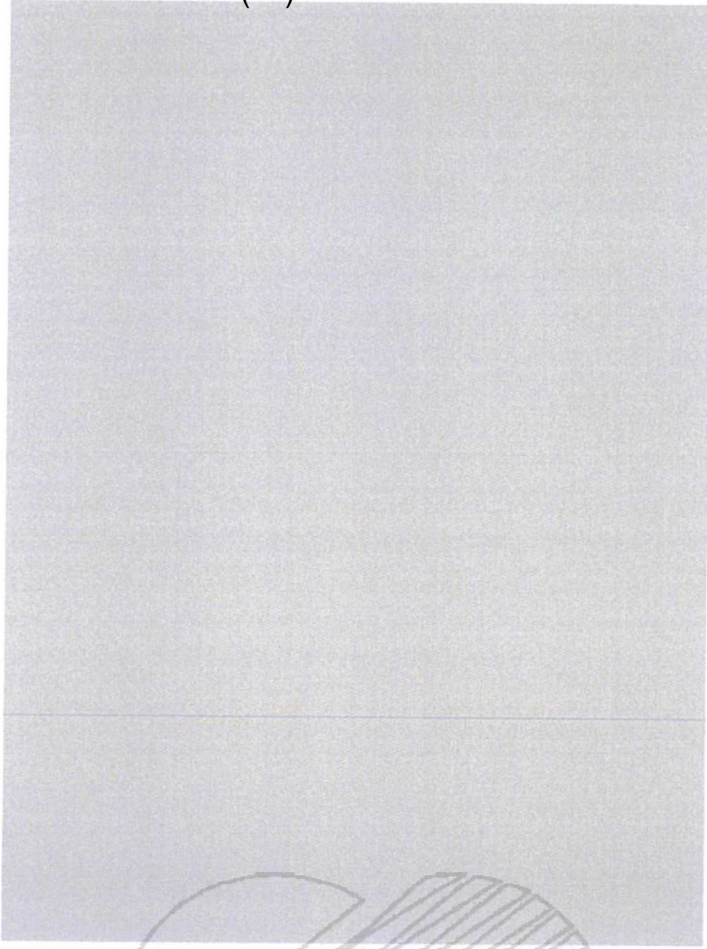
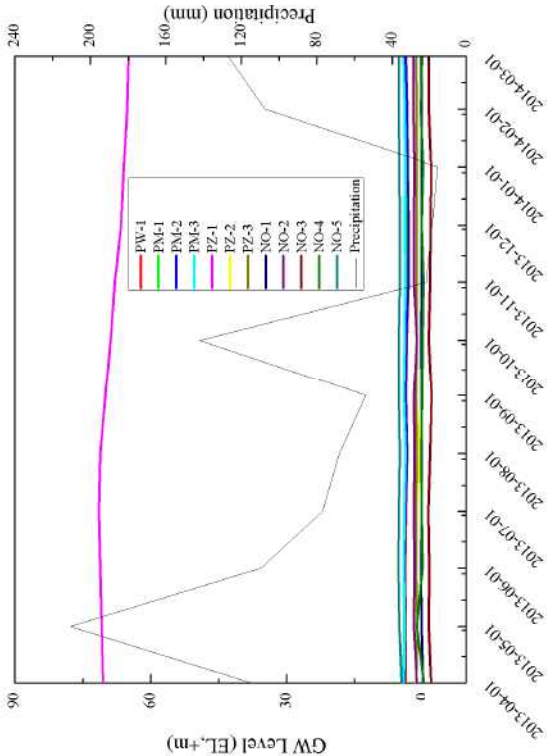


그림 2.4-2

()



지하수위 관측결과

그림 2.4-3

2.5 지질 및 지진

2.5.1 일반지질

일반지질은 부록 2A에 고리1호기의 부지조사보고서를 수록하였으며, 최신 일반지질 조사 결과는 신고리 3, 4호기 FSAR을 참조할 수 있다.

2.5.2 지진동

지진동은 부록 2A에 고리1호기의 부지조사보고서를 수록하였으며, 최신 일반지질 조사 결과는 신고리 3, 4호기 FSAR을 참조할 수 있다. 다만, 최신 수행된 고리 1호기 stress test 결과는 2.5.6에 상세하게 기술하였다.

2.5.3 지표단층작용

지표단층작용은 부록 2A에 고리1호기의 부지조사보고서를 수록하였으며, 최신 일반지질 조사 결과는 신고리 3, 4호기 FSAR을 참조할 수 있다.

2.5.4 지하물질과 기초의 안정성

지하물질과 기초의 안정성은 부록 2A에 고리1호기의 부지조사보고서를 수록하였으며, 최신 일반지질 조사 결과는 신고리 3, 4호기 FSAR을 참조할 수 있다.

2.5.5 사면 안정성

사면 안정성은 부록 2A에 고리1호기의 부지조사보고서를 수록하였으며, 최신 일반지질 조사 결과는 신고리 3, 4호기 FSAR을 참조할 수 있다.

2.5.6 안전정지지진

원자력발전소는 지진으로부터의 영향에 견딜 수 있도록 설계된다. 지진 발생에 의한 부지 지반가속도는 해당 부지에 영향을 줄 수 있는 잠재적으로 가장 큰 지진동으로부터 계산되며, 이 값을 포괄할 수 있는 지진동 값을 안전정지지진(Safety Shutdown Earthquake: SSE)으로 결정한다. 고리1호기 설계에서 안전정지지진에 해당하는 지진은 최대가상지진(Maximum Hypothetical Earthquake: MHE, 이하는 안전정지지진으로 기술)으로 정의된다. 안전정지지진이란 안전정지상태를 유지하여야 하는 구조물, 계통, 기기의 기능과 관련된다. 추가로 운전기준지진도 결정되는데 이것은 발전소가 운전상태에 있을 때 발전소 안전 설비 기능이 유지될 수 있는 지진동으로 정의된다. 고리1호기 설계에서 운전기준지진에 해당하는 지진은 설계기준지진(Design Basis Earthquake: DBE, 이하는 운전기준지진으로 기술)으로 정의된다.

고리1호기 안전정지지진의 영주기 수평지반가속도는 0.2g, 영주기 수직지반가속도는 0.14g이다. 또한 운전기준지진은 영주기 수평지반가속도 0.1g, 수직지반가속도 0.07g이다.

상기 안전정지지진은 고리 부지 반경 320km 내의 15개 지체구조구(그림 2.5-1)로부터 최대잠재지진을 평가하여 결정하였다. 각 지체구조구의 최대잠재지진은 각 구조구 내에서 부지와 가장 가까운 지점까지 이동되며 부지까지 감쇠된다. 부지 지면에서의 최대지반가속도는 지진공학적 연구에 의해 평가되며, 보수적인 방법을 사용하여 계산하였다.

상기 안전정지지진은 고리 부지 반경 320km 내의 15개 지체구조구(그림 2.5-1)로부터 최대잠재지진을 평가하여 결정하였다. 각 지체구조구의 최대잠재지진은 각 구조구 내에서 부지와 가장 가까운 지점까지 이동되며 부지까지 감쇠된다. 부지에서의 가속도는 최근의 지진학 연구에 의해 평가되며, 적절한 보수적인 방법을 사용하여 계산하였다. 각각의 최대지진에 대하여 1990년대 이후 국내에서 개발된 7개의 감쇠식을 사용하여 부지에서의 가속도를 산출하였다.

가속도 계산은 노명현과 이기화 (1995), Baag (1997), 박동희 외 (2001), 박지억 외 (1999), 이정모 (2002), Junn et al (2002), 조남대와 박창업 (2003)에 의해 개발된 7개의 감쇠식을 사용하였으며 그 식은 다음과 같다.

(1) 노명현과 이기화 (1995)

$$\log PGA = C_0 + C_1 R - \log R$$

여기서, R : 진앙거리(km)

PGA : 최대지반가속도(gal)

M : 모멘트 규모

$$C_0 = 3.219 + 0.335(M-6) - 0.02829(M-6)^2 + 0.006357(M-6)^3$$

$$C_1 = -0.003619 + 0.001128(M-6) - 0.0001623(M-6)^2 - 0.00003507(M-6)^3$$

(2) Baag (1997)

$$\ln PGA = 0.40 + 1.2M - 0.76 \ln R - 0.0094R$$

여기서, R : 진원거리(km)

PGA: 최대지반가속도(gal)

M : 지역 규모

(3) 박동희 외 (2001)

$$\log PGA = C_0 + C_1 R - \log R$$

여기서, R : 진원거리(km)

PGA : 최대지반가속도(gal)

M : 모멘트 규모

$$C_0 = 3.391 + 0.3601(M-6) - 0.03621(M-6)^2 - 0.006385(M-6)^3$$

$$C_1 = -0.00366 + 0.001267(M-6) - 0.00009(M-6)^2 - 0.00002667(M-6)^3$$

(4) 박지억 외 (1999)

$$\log PGA = C_0 + C_1 R - \log R$$

여기서, R : 진원거리(km)

PGA : 최대지반가속도(gal)

M : 지역 규모

$$C_0 = 2.76736 + 0.310489(M-6) - 0.0180915(M-6)^2 - 0.00497951(M-6)^3$$

$$C_1 = -0.00434 + 0.000979(M-6) - 0.000228(M-6)^2 - 0.00000538(M-6)^3$$

(5) 이정모 (2002)

$$\ln PGA = C_0 + C_1 R + C_2 \ln R + \frac{1}{4} \left| \ln \frac{R}{100} \right| - \frac{3}{4} \ln 100$$

여기서, R : 진원거리(km)

PGA : 최대지반가속도(gal)

M : 모멘트 규모

$$C_0 = 0.001154 + 0.66(M-6) - 0.09168(M-6)^2 + 0.000269(M-6)^3$$

$$C_1 = -0.001529 + 0.000126(M-6) - 0.00009096(M-6)^2 + 0.0000356(M-6)^3$$

$$C_2 = -1.1805 + 0.09603(M-6) + 0.003538(M-6)^2 + 0.001436(M-6)^3$$

(6) Junn et al. (2002)

$$\ln PGA = C_0 + C_1 R + C_2 \ln R - \ln [\min(R, 100)] - \frac{1}{2} \ln [\max(R, 100)]$$

여기서, R : 진원거리(km)

PGA : 최대지반가속도(gal)

M : 모멘트 규모

$$C_0 = 0.001115 + 0.511193(M-6) - 0.038537(M-6)^2 + 0.29179(M-6)^3$$

$$C_1 = -0.002438 + 0.000140(M-6) - 0.0000163(M-6)^2 + 0.0000599(M-6)^3$$

$$C_2 = -0.32145 + 0.1050434(M-6) - 0.0096579(M-6)^2 - 0.0065032(M-6)^3$$

(7) 조남대와 박창업 (2003)

$$\ln PGA = C_0 + C_1 R + C_2 \ln R - \ln [\min(R, 100)] - \frac{1}{2} \ln [\max(R, 100)]$$

여기서, R : 진원거리(km)

PGA : 최대지반가속도(gal)

M : 모멘트 규모

$$C_0 = 10.7383 + 0.5909022(M-6) - 0.05622945(M-6)^2 + 0.02135007(M-6)^3$$

$$C_1 = -0.00238 + 0.0002081(M-6) - 0.00002047(M-6)^2 + 0.0000419(M-6)^3$$

$$C_2 = -0.243772 + 0.0949827(M-6) - 0.0088042(M-6)^2 - 0.0033024(M-6)^3$$

각 지체구조구별 최대 지진의 지진요소 및 부지와와의 최근거리를 표 2.5-1에 제시하였으며, 이로부터 상기 감쇠식 등을 이용하여 부지에서의 최대지반가속도를 계산하였다. 부지에서 최대의 가속도를 유발하는 지진에 보수성을 감안하여 결정한 최대 잠재 지반가속도

는 표 2.5-1에 제시하였다.

현재 한반도에서 지체구조구 간의 관련성 연구가 진행중이며 그 경계설정에 있어 불확실성이 내재하고 있다. 또한 광역적 동질성에 의해 구분된 지체구조구 내에서도 지진학적, 지질학적 불균질성은 상존하고 있기 때문에 이에 의한 불확실성도 존재한다.

최대 잠재 지반가속도를 산정함에 있어 지체구조구의 경계는 위에서 서술한 바와 같이 불확실성이 내재되어 있으며 지질학적으로는 경계가 뚜렷하지만 지진활동성과의 연관성 또한 불분명한 경우가 많다. 이러한 불확실성을 고려하고 보다 보수적인 평가를 위하여 부지가 속한 지체구조구와 바로 인접한 지체구조구와의 경계를 구분하지 않았을 경우를 가정하여 최대 잠재 지반가속도를 산정하였다. 부지가 포함된 경상분지와 동쪽에 인접한 연일분지를 통합하였을 경우, 경상분지와 연일분지의 지진활동성이 낮고 계기지진 목록에서 최대지진의 규모가 4.5 미만이므로 경상분지와 연일분지의 경계를 생략하는 것은 부지의 지반가속도에 큰 영향을 미치지 못한다.

경상분지의 서쪽에 인접한 영남육괴를 통합하였을 경우, 영남육괴는 규모 5.0, JMA 진도 V의 지리산 지진의 발생기록이 있어 안전정지지진 결정에 영향을 미친다. 1936년 지리산 지진이 고리1호기 부지에서 매우 가까운 지점에서 발생한 지진으로 가정할 경우, 지리산 지진을 JMA V로 하여 카와스미 관계식으로 JMA 진도를 변환하면 142gal이 얻어지며 규모 5.0으로 하여 각각의 감쇠식을 이용하여 최대지반가속도를 구하면 최대 147gal이 얻어진다. 이상의 검토사항을 기초로 할 때, 고리1호기 부지에서의 최대 잠재 영주기 지반가속도는 0.2g에 해당한다고 보는 것이 보수적이다.

2.5.7 안전정지지진의 타당성

2.5.6의 결정론적 방법과는 별도로 고리1호기 안전정지지진의 타당성을 검증하기 위하여 지진원의 경계, 감쇠함수, 지진활동성 및 최대 잠재지진에 대한 불확실성을 고려한 확률론적 지진재해도 분석이 수행되었다. 고리1호기 부지에 대한 확률론적 지진재해도 값은 고리1호기로부터 북동쪽으로 1km 밖에 떨어지지 않은 신고리1,2호기에서의 확률론적 지진재해도 분석 결과를 적용하였다. 이 분석에서 전문가들은 역사지진을 포함한 관측 최대값을 기초로 하여 보수적인 최대 잠재지진을 제시하였다. 대부분의 지진원도는 경상분지를 독립적인 지진원으로 구분하였으며 이 지진원에 대한 최대 잠재지진으로 규모 6.0~7.1 사이의 다양한 값을 제시하였다. 이러한 값은 안전정지지진의 결정에 이용된 규모 5.0보다 큰 값으로 보수적으로 평가되었으며 이는 최대 잠재지진의 불확실성에 기인한다.

최대지반가속도에 대한 확률론적 지진재해도는 부지 북쪽 약 60km 떨어진 월성 원전 근처에 위치한 읍천단층과 방폐장 부지단층까지 고려하여 분석되었다. 그 결과, 최대지반가속도 0.2g에서의 연초과빈도는 중앙값에 대해 4.79×10^{-5} /년이고, 평균값에 대해 1.06×10^{-4} /년으로 계산되었다. 이를 재래주기로 환산하면 중앙값에 대해 약 21,000년, 평균값에 대

해 약 9,500년에 해당된다.

고리1호기 운영허가 이후 2015년까지 한반도에서 발생한 주요 지진은 1978년 홍성지진(1978. 10. 7, 규모 5.0), 1996년 영월지진(1996. 12. 13, 규모 4.5), 2004년 울진해역지진(2004. 5. 29, 규모 5.2), 2007년 오대산지진(2007. 1. 21, 규모 4.8)로 이들 지진으로 인하여 관측된 최대지진 가속도값은 가장 큰 최대지반가속도를 기록한 오대산 지진 발생 시 대관령 지진관측소에서 기록된 0.156g로서 고리 원전의 안전정지지진인 0.2g에는 미치지 못한다.

한편, 고리 1호기의 남동 방향의 일본 후쿠오카 지역에서는 2005년 3월 이후 규모 5.0이상의 지진이 몇 차례 발생한 바 있으며, 고리원전에서 관측된 최대지반가속도값은 0.0104g로 안정정지지진(0.2g)의 1/20 수준인 작은 진동으로 기존 안정지진에 영향을 미치지 않는다.

또한, 2016년 7월 울산 해역 앞바다 지진(2016. 7. 5, 규모 5.1)은 고리 원전 약 68 km 해역에서 발생하였으며, 이때 고리 원전에서 기록된 최대지반가속도값은 0.0092g이다. 아울러, 2016년 9월 12일 발생한 경주지진은 고리 원전에서 약 51km 지점에서 발생하였으며, 전진(2016. 9. 12., 19시 44분, 규모 5.1) 시 고리 원전에서 기록된 최대지반가속도값은 0.0296g이며 본진(2016. 9. 12., 20시 33분, 규모 5.8) 시 고리 원전에서 기록된 최대지반가속도값은 0.0397g로 고리의 안정정지지진인 0.2g에는 미치지 않는다.

한편, 활동성 단층으로 판명된 읍천단층의 경우, 지체구조와 부지 사이의 거리와 조사된 단층의 길이를 고려할 때 SSE 결정 시 고려 대상은 아니나 단층의 길이에 비해 변위가 큰 특이사항에 해당되므로 단층에 의한 부지에서의 영향을 평가할 필요성이 있다. 읍천 단층의 최대잠재지진 규모는 6.0으로 산정된바 있고, 이 지진 규모가 부지로부터 가장 가까운 단층의 최남단 지점에서 발생한다고 가정할 시 진앙과 부지사이의 최단거리는 약 41km가 된다. 이 중 최대지반가속도를 나타내는 Baag(1997)식에 의해 약 0.080g가 얻어진다. 같은 방법으로 부지로부터 약 45km 거리에 위치한 규모 5.2의 Z단층(방폐장 부지단층)에 의한 부지에서의 지진동은 약 0.027g로 평가된다.

한편 우리나라 서해안에서는 백령도해역 지진(규모 4.9)을 포함하여 최근 신안, 백령도해역과 보령해역에서 지진이 자주 발생한 바 있다. 기상청의 발표 자료에 따르면 이들 지진을 면밀히 분석한 결과, 두 단층면이 평행하여 서로 연관성이 적고, 향후 큰 규모의 지진이 발생할 가능성이 없는 것으로 검토되었다. 한편 상기 발표에서는 2007년 1월부터 현재까지 한반도에서 발생한 지진의 누적빈도수와 발생 규모를 분석한 결과, 갑자기 증가하는 부분이 없으므로 최근 한반도에서 발생하는 지진과 동일본 대지진의 관련성은 적은 것으로 보이며, 향후 미국·일본전문가와 공동으로 관련성을 연구·조사하겠다고 하였다. 따라서 현재까지의 연구결과에서는 동일본 대지진 발생이 국내 지진발생에 끼치는 영향에 대해서 구체적인 관련성을 발견하지 못했으며, 상기 기상청 발표와 같이 추가적인 연구가 필

요한 것으로 검토되었다.

결론적으로 운영허가 이후 현재까지 부지 부근에서 발생한 어떤 지진도 고리1호기 안전정지지진의 최대 영주기 수평가속도(수평 : 0.2g) 값에 영향을 주지 못했으며 최근까지 발생한 한반도에서의 주요 지진 등도 안전정지지진을 초과하지 않는다. 또한 경수로형 원전 규제기준 및 규제지침 1.7항에서는 “안전정지지진 추정 값에 대한 연간 초과빈도의 평균 값을 계산하여 1.0×10^{-3} /년을 초과할 경우, 지진동 값을 상향 조정한다”라고 기술하고 있으며, 고리1호기 안전정지지진에 대한 확률론적 지진재해도 평가결과는 이를 초과하지 않으므로 상향 조절할 필요가 없다. 이에 따라 안전정지지진 값은 적절한 것으로 검토되었다.

2.5.8 참고문헌

1. 노명현, 이기화, 1995, 한반도 남동부 지역에서의 최대 지반운동치의 추정(II) : 예측 공식의 개발, 대한지질학회, 31, No. 3, pp.175-187.
2. Baag, C. E., 1997, Seismic wave attenuation in the Korean Peninsula, International Workshop & Seminar on Probabilistic Seismic Hazard Analysis.
3. 박동희, 이정모, 박창엽, 김준경, 2001, 한반도 동남부의 강진동 모사와 감쇠식, 지질학회지, 제37권, 제1호, pp.21-30.
4. 박지역, 노명현, 이기화, 1999, 한반도 남부 지역의 지진동 감쇠식 개발, 한국지진공학회 논문집, 제3권, 제1호, pp. 21-27.
5. 이정모, 2002, 한반도 강지진동 감쇠특성, KINS/HR-480, 한국원자력안전기술원, 77p.
6. Jung-Goo Junn, Nam-Dae Jo, and Chang-Eob-Baag, 2002, Stochastic prediction of ground motions in southern Korea, Geosciences Journal, Vol. 6, No. 3, pp.203-214.
7. 조남대, 박창엽, 2003, 한반도 남동부에서 부지효과를 고려한 스펙트럼 감쇠상수 κ 추정 및 강지진동의 추계학적 모사, 한국지진공학회 논문집, 제7권, 제6호, pp.59-70.
8. 한수원, 2009, 중저준위 방사성폐기물처분시설 부지의 확률론적 지진재해도 분석

표 2.5-1 최대지진에 의한 부지가속도

TECTONIC PROVINCE	MAXIMUM MAGNITUDE	ADJUSTED DISTANCE TO SITE ¹⁾	HORIZONTAL GROUND ACCELERATION (g)							Maximum Potential Ground Acc.
			N&L	Baag	Park, D	Park et al.	Lee	Juun	J&B	
1. 경기육괴	M = 5.0	223.4	0.0003	0.0012	0.0004	0.0001	0.0013	0.0014	0.0014	
2. 옥천습곡대	M = 5.2	163.7	0.0009	0.0035	0.0013	0.0003	0.0026	0.0029	0.0027	
3. 영남육괴	M = 5.0	107.2	0.0020	0.0064	0.0028	0.0007	0.0034	0.0038	0.0035	0.2 g
		0	0.0645	0.0971	0.0912	0.0244	0.1451	0.1436	0.1062	
4. 경상분지	M = 4.4	0	0.0344	0.0473	0.0500	0.0141	0.0740	0.0793	0.0554	
5. 연일분지	M = 3.8	17.3	0.0086	0.0124	0.0117	0.0032	0.0110	0.0133	0.0092	
		0	0.0166	0.0230	0.0272	0.0075	0.0350	0.0398	0.0261	
6. 제주화산대	M = 3.5	267.3	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001	0.0001	
7. 한반도 대륙붕	M = 4.7	5.9	0.0848	0.0596	0.0571	0.0157	0.0827	0.0863	0.0630	
8. 남지나해	M = 4.8	160.8	0.0005	0.0022	0.0007	0.0002	0.0015	0.0018	0.0016	
9. 울릉분지	M = 5.5	37.1	0.0212	0.0487	0.0289	0.0070	0.0315	0.0324	0.0279	
10. 한반도 고기평탄면	M = 6.7	235.4	0.0025	0.0001	0.0001	0.0000	0.0025	0.0018	0.0021	
	M = 4.2		0.0001	0.0004	0.0001	0.0000	0.0003	0.0004	0.0004	
11. 상군구	M = 7.8	158.7	0.0161	0.0801	0.0243	0.0035	0.0477	0.0384	0.0406	
	M = 7.3		0.0108	0.0462	0.0173	0.0026	0.0297	0.0259	0.0269	
12. 탐바구	M = 5.0	260.1	0.0001	0.0008	0.0002	0.0000	0.0010	0.0011	0.0011	
13. 료케구	M = 7.8	260.1	0.0057	0.0178	0.0087	0.0008	0.0273	0.0211	0.0235	
	M = 6.4		0.0013	0.0042	0.0020	0.0003	0.0064	0.0060	0.0064	
14. 삼바가와구	M = 5.6	319.2	0.0002	0.0008	0.0003	0.0000	0.0018	0.0017	0.0018	
15. 치치부구	M = 6.5	319.2	0.0008	0.0022	0.0012	0.0001	0.0054	0.0049	0.0053	

1) The closest distance from tectonic province to the site in km

N&L : 노명현과 이기화, 1995

Lee : 이정모, 2002

Baag : Baag, 1997

Juun : Juun et al., 2002

Park, D : 박동희 외, 2000

J&B : 조남대와 박창업, 2003

Park et al. 박지억 외

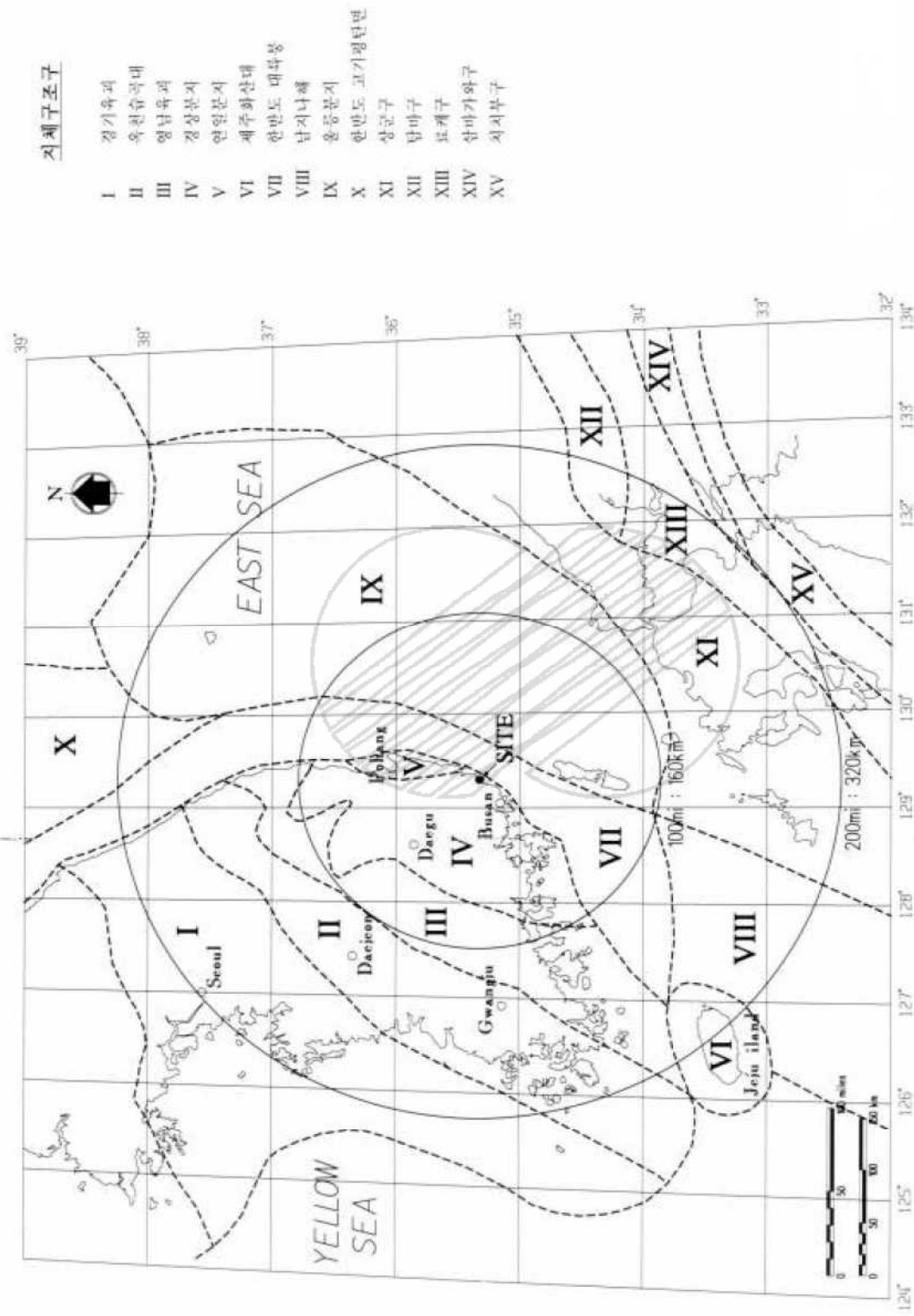


그림 2.5-1

고리1호기 반경 320km의 광역 지체구조구