

지하수오염평가보고서의 작성에 관한 규정

제정 2003.2. 7 환경부 고시 제 34호
개정 2010.4.12 환경부 고시 제 43호
개정 2013.8. 7 환경부 고시 제102호
개정 2016.5.10 환경부 고시 제 88호

제1조(목적) 이 고시는 「지하수법 시행령」 제26조의3제3항에 따라 지하수오염평가보고서의 작성지침, 작성내용 및 작성방법에 관한 규정을 정함을 목적으로 한다. <개정 2010.4.12>

제2조(보고서의 작성지침) 지하수오염평가보고서의 작성지침은 다음 각 호와 같다. <개정 2010.4.12>

1. 지하수오염평가보고서의 작성방법을 토대로 조사방법과 절차에 따라 수집·분석한 내용을 조사항목별로 체계적·논리적으로 기술
2. 조사내용에 대한 조사자의 분석결과를 위해성·오염범위·오염원인에 대한 평가 및 오염방지대책 등으로 구분하여 구체적인 내용을 기술
3. 기타 세부 작성내용은 지하수오염평가보고서의 작성방법을 참조하고, 그 밖의 참고자료를 첨부

제3조(보고서의 작성내용 및 작성방법) 지하수오염평가보고서의 작성내용은 별표 1과 같으며, 지하수오염평가보고서의 작성방법은 별표 2와 같다. <개정 2010.4.12>

제4조(재검토기한) 환경부장관은 「훈령·예규 등의 발령 및 관리에 관한 규정」에 따라 이 고시에 대하여 2016년 7월 1일 기준으로 매

3년이 되는 시점(매 3년째의 6월 30일까지를 말한다)마다 그 타당성 검토하여 개선 등의 조치를 하여야 한다. <개정 2010.4.12, 2013.8.29, 2016.5.10>

부칙 < 제2003-34호, 2003.2.7>

이 고시는 발령한 날부터 시행한다.

부칙 < 제2009-178호, 2009.8.25>

이 고시는 고시한 날부터 시행한다.

부칙 < 제2010-43호, 2010.4.12>

이 고시는 고시한 날부터 시행한다.

부칙 < 제2013-102호, 2013.8.7>

이 고시는 고시한 날부터 시행한다.

부칙 < 제2016-88호, 2016.5.10>

이 고시는 고시한 날부터 시행한다.

지하수오염평가보고서의 작성내용(제3조 관련)

1. 지하수오염으로 인한 위해성

가. 지하수오염관측정 중 수질기준을 초과한 관측정에 대하여 오염 항목의 수질기준과 수질측정결과를 제시

나. 오염항목 각각에 대해 「토양환경보전법」 제15조의5의 규정에 따라 환경부가 발령한 「토양오염 위해성평가지침」(환경부에 규) 또는 WHO, EPA 등 국제기관에서 공인한 평가방법에 의해 위해성을 평가

2. 오염범위

가. 수질기준을 초과한 지하수오염관측정과 지하수오염유발시설 주변지역에 대해 자료수집, 수리지질조사, 지구물리탐사, 토양 조사, 오염물질조사 등 관련조사를 실시

나. “가”항의 조사결과를 토대로 개략적인 오염범위를 추정

다. 추정된 오염범위에 대해 면적 및 지형, 지질특성 등을 고려하여 추가 관측정을 설치하고 오염물질 및 수리지질을 조사

라. 수리지질 특성과 등수위선도를 이용하여 지하수 유동특성을 분석

마. 오염범위·농도를 2차원 및 3차원 도면으로 나타내고 오염물질 총량을 추정

바. 조사결과를 기초로 시간 경과에 따른 오염물질 거동 예측결과를 검토·제시

3. 오염원인에 대한 평가

가. 지하수오염유발시설의 현황자료를 제시

1) 시설의 배치를 알 수 있는 평면도와 시설의 기초·깊이를 알 수 있는 측면도

2) 시설, 배관 등에 관한 재질 및 설치·운영내역을 알 수 있는 자료

3) 유해물질의 제조 또는 저장시설의 경우에는 저장 또는 사 물질의 명칭, 성상, 농도, 용량, 사용내역 등을 알 수 있는 자

4) 기타 지하수오염유발시설의 내용 및 특성을 파악하기 위 필요한 자료

나. 지하수오염유발시설의 현황자료와 오염범위·농도를 나타 도면 등을 토대로 오염원인 및 오염경로를 평가

다. 지하수오염유발시설 설치부지를 포함한 인근지역에 잠재오염원 있을 경우에는 잠재오염원에 대한 분석자료 제시(잠재오염원 위치를 표기한 축척 5천분의 1의 지형도 포함)

4. 오염방지대책

가. 지하수오염물질의 누출을 방지하기 위한 추가적인 시설의 설

나. 지하수오염물질의 운송·저장·처리방식의 변경

다. 오염된 지하수의 정화사업

1) 정화방법 선정시 타지역 운반처리보다 현장처리를 우선적으로 고려

2) 정화방법별 비용·효과분석을 실시

3) 오염현황을 고려하여 예상정화기간을 산정·제시하고 그 기 내에 정화사업이 완료될 수 있는 공법을 선택

4) 정화과정이 간단하고 정화결과에 대한 검증이 용이하여야 함

5) 정화과정에서 2차오염이 없어야 함

라. 당해 시설의 설비·운영의 개선

마. 자연적 감소에 의하여 오염된 지하수가 자연정화되고 있는지 또는 자연정화될 수 있는지 여부의 조사

바. 오염범위 및 오염원인 조사·평가를 기초로 상기 항목들에 대하여 검토하고, 오염현황 및 현장실정에 맞는 오염방지대책을 작성·제시

5. 그 밖의 사항

가. 그 밖의 지하수조사시 굴착한 관정의 활용계획·오염방지계획과 원상복구계획 등을 기술

나. 지하수오염관측정을 비롯한 전체 조사 관측정의 배치도, 지하수의 수질분석자료, 현장사진 등을 첨부

다. 기타 지하수오염유발시설 특성에 따라 지하수오염평가보고서 작성에 필요한 각종 조사·평가 자료와 내용을 첨부

[별표 2] <신설 2010.4.12, 개정 2016.5.10>

지하수오염평가보고서의 작성방법(제3조 관련)

1. 적용범위

오염평가보고서의 작성은 본 작성방법을 토대로 하며 지하수오염유발시설 오염물질의 종류, 오염현황 및 면적 등을 고려하여 지하수 수질 개선을 기할 수 있도록 조사·평가 방법을 지하수오염유발시설관리자가 조정할 수 있다.

2. 작성 개요 및 절차

가. 개요

지하수오염으로 인한 위해성, 오염범위, 오염원인에 대한 평가, 오염방지 대책 및 그 밖의 지하수 오염 예방에 따른 사항을 작성하기 위한 조사 수행하고 그 결과를 분석·평가한다.

나. 작성절차

지하수오염평가보고서의 작성 절차는 다음과 같다.

가) 지하수오염으로 인한 위해성

나) 개략적인 오염범위 추정을 위한 자료수집 및 현장조사

다) 추가 관측정 설치를 통한 오염물질 분석, 수리지질조사 및 오염범위 분석

라) 지하수 유동특성 분석

마) 오염도 작성 및 오염물질 총량 추정

바) 시간경과에 따른 오염물질 거동 예측

사) 오염원인 및 오염경로에 대한 평가

아) 지하수 오염방지대책 제시

3. 항목별 세부 작성방법

가. 지하수오염으로 인한 위해성

- 1) 지하수오염관측정에서 수질기준을 초과한 항목의 수질측정결과를 제시하고 수질기준 초과항목 각각의 위해성을 「토양환경보전법」 제15조의 5의 규정에 따라 제정한 「토양오염물질 위해성 평가지침」(환경부 고시) 또는 WHO, EPA 등 국제기관에서 공인한 평가방법으로 평가한다.
- 2) 노출인자 등 위해성평가에 필요한 인자는 국내실정에 맞는 자료를 현장 특성에 따라 사용할 수 있으며, 이 경우 명확한 근거를 제시하도록 한다.

나. 오염범위

1) 자료수집

자료조사, 현장방문조사, 청취조사를 통하여 수집된 지하수오염유발시설과 그 주변의 지하수환경과 관련된 자료를 검토·분석하여 오염물질의 종류 및 오염범위를 추정한다. 자료수집 목록은 [표 1]을 참조하여, 가능한 많은 자료를 수집하여 오염평가에 활용한다.

가) 자료조사

지하수오염유발시설을 포함한 주변 지하수의 오염현황에 대한 평가를 위하여 지하수환경 관련 기초자료를 수집·분석하는 단계로서 [표 1]을 참조, 조사지역 여건을 고려하여 관련 조사를 실시한다.

나) 현장방문조사

현장을 방문하여 자료조사내용과 조사지역의 지하수관련 사항을 확인하는 단계로서 조사지역의 지형 및 지질, 식물 성장상태, 지하수오염유발시설 및 관측정, 잠재오염원 등을 중심으로 [표 1]을 참조하여 가능한 많은 사항을 확인·기록한다.

[표 1] 자료수집 대상 목록

구분	내 용	비 고
자료조사	<ul style="list-style-type: none">○ 공통<ul style="list-style-type: none">- 지적도, 지형도, 수문지질도, 항공사진- 토지/건축물대장, 시설물대장, 인허가서류- 환경오염사고(지하수, 토양) 관련자료- 주변지역 지하수수질측정망 자료- 기 수행된 환경조사 자료- 굴토 및 성토, 시추조사 등에 관한 자료- 지하 매설물 현황 자료- 지하수 이용현황 및 수질검사자료- 지하수오염관측정 설치 현황 및 수질자료- 유해물질 명칭, 성상, 농도, 용량, 사용내역- 잠재오염원 현황 및 오염평가보고서 작성에 필요한 기타자료○ 특정토양오염관리대상시설<ul style="list-style-type: none">- 시설설계도(평면도, 측면도) 및 설치신고서- 시설, 배관 등의 제철 및 설치·운영 내역서- 토양오염도 검사 및 누출검사 자료- 유독물 저장 및 사용 관련 자료○ 폐수배출시설<ul style="list-style-type: none">- 폐수처리시설 설계도- 폐수 발생량, 유입·방류수질 현황- 폐수처리를 위한 사용약품 내역○ 매립시설<ul style="list-style-type: none">- 매립시설 설계도- 매립시설 운영현황- 침출수 발생 및 처리 현황	<ul style="list-style-type: none">○ 자료명칭 및 출처 명시○ 공식 자료 활용
현장방문조사	<ul style="list-style-type: none">○ 조사지역 지형 및 지질, 예상 수계 흐름○ 지하수오염유발시설 및 관측정 현장 확인○ 식물 성장상태○ 잠재오염원 현장 확인○ 오염물질의 저장·보관·취급상태 확인○ 기타 오염평가보고서 작성에 필요한 사항	<ul style="list-style-type: none">○ 현장답사 및 조사내용 촬영○ 조사결과 및 특이사항 기록○ 부지전경 사진 촬영○ 오염징후 발견시 사진 촬영○ 현장조사 사진촬영
청취조사	<ul style="list-style-type: none">○ 자료 및 현장방문조사 내용 확인○ 부지사용 이력○ 주요 시설현황 및 폐쇄 또는 이전 사항○ 외부로 알려지지 아니한 오염사고 사례○ 폐기물 매립 및 투기여부 확인○ 기타 오염평가보고서 작성에 필요한 사항	<ul style="list-style-type: none">○ 소유자, 환경관련 담당자, 공무원, 주변지역 거주자 면담○ 청취조사 결과 기록(대상자, 면담일/내용 기록)○ 사진, 녹취, 동영상 촬영 등 활용

다) 청취조사

해당 지하수오염유발시설 관련 장기 근무자, 지역 공무원 및 지역 주민 등과 면담하거나, 전화 또는 서면을 통하여 자료조사와 현장방문조사 내용을 확인하고, 미지의 환경사고에 대한 정보 등 [표 1]의 청취조사 항목을 조사한다.

2) 수리지질조사

수리지질조사는 일반적으로 수리지질특성 파악을 위하여 양수시험, 순간수위 변화시험 및 지하수위관측 등을 수행하며 지하수 오염현장현황에 따라 수리지질조사 항목을 조정할 수 있다.

가) 양수시험

(1) 양수시험 개요

양수시험은 대수층에서 계획된 유량으로 양수하여 발생하는 지하수위 변동특성을 관측하여 대상지역의 수리상수값을 추정하는 현장시험으로써 수리전도도, 투수량계수, 저류계수 등 비교적 넓은 지역에 대한 수리상수를 구한다.

(2) 시험 방법(일정양수량시험)

- (가) 양수시험 전 초기 지하수위를 측정하고 시작 시간을 기록
- (나) 양수가 시작되면 양수량을 일정하게 유지하며 양수시간은 시험목적 및 현장여건에 따라 조절
- (다) 양수시험 동안 지하수위와 양수량을 주기적으로 관측 및 기록
- (라) 시간에 따른 지하수수위 변화를 관측
- (마) 양수시험 중 양수가 잠시 중지되거나 양수량의 변화가 심한 경우에는 회복시험자료가 유용하므로 양수 종료 후 지하수위 회복상태를 정확히 측정

(3) 양수시험 결과 작성 방법

- (가) 양수시험일, 양수시험 장소, 현장특이사항 등 기술
- (나) 초기 지하수위, 관측정 체원, 관측정 이격거리, 양수량, 양수시간, 최대 수위변화량 등의 내용을 포함하는 표를 작성하고 기술(표 2 참조)
- (다) 양수시험 관측정의 배치도 작성
- (라) 양수시험 관측결과와 해석결과 그래프를 도시

- (마) 가능한 2개 이상의 해석모델을 이용해서 수리상수 값을 산출하고 해석모델의 종류를 명시

- (바) 도출한 수리상수 값을 표로 작성하고 그 특성을 기술(표 3 참조)

[표 2] 양수시험 기록표(예시)

관정	초기 지하수위 심도 (DTW, m)	관정깊이 (m)	관측정 이격 거리(m)	양수량 (l/min)	양수시간 (min)	최대수위 강하량(m)	...

※ DTW : Depth to water

[표 3] 양수시험 수리상수 산출 결과(예시)

관정명	해석모델 1		해석모델 2		평균 수리전도도 (K, cm/sec)
	수리전도도 (K, cm/sec)	저류계수 (S, -)	수리전도도 (K, cm/sec)	저류계수 (S, -)	

나) 순간수위변화시험

(1) 시험개요

단일 관측정에서 순간적인 수위변화를 유발시켜 수위 회복양상을 관측함으로써 관측정 주변의 수리전도도 등을 추정하는 시험으로써 대수층의 수강화를 일으키기 어려운 저투수성 매질로 이루어졌을 때 적용이 용이하다

(2) 시험방법

- (가) 시험 수행 전 관측정 초기 지하수위 측정
- (나) 수동식 지하수 시료채취기(bailer)를 이용해 지하수를 추출하거나 쿨 또는 수동식 지하수 시료채취기 모양의 모형을 이용하여 순간적으로 지하수위 변화를 유발
- (다) 순간수위변화시험 해석시 초기수위변화는 수리상수값 해석에 꼭 필요하므로 자동수위기록계를 이용하여 정확한 수위변화를 측정(0.5~1간격 측정)
 - ① 수위회복양상을 연속적으로 확인
 - ② 수위가 초기수위로 회복될 때까지 수위변화 관측을 원칙으로 하 지질특성상 초기수위까지 회복이 어려울 경우 자료해석에 무리가 없 때까지 시험을 지속

(3) 시험결과 작성 방법

- (가) 현장조건에 맞는 해석모델을 선택하여 수리상수값을 산출
 - (나) 시험일, 시험 장소, 현장특이사항 등을 기술
 - (다) 초기 지하수위, 최대 지하수위 변화량, 추출/주입 방법 등 시험내용을 기술
 - (라) 시험 관측결과와 해석결과 그래프를 도시
 - (마) 해석에 적용한 해석모델을 명시
 - (바) 순간수위변화시험에서 도출한 수리상수 값을 표로 작성하고 특성을 기술
- (표 4 참조)

[표 4] 순간수위변화시험 수리상수 산출 결과(예시)

시험관정	해석모델1 수리전도도 (K, cm/sec)	해석모델2 수리전도도 (K, cm/sec)	대수층두께 (m)	평균 수리전도도 (cm/sec)	...

다) 지하수위 관측

지하수위 관측은 조사 대상지역에 위치한 지하수 관측정에서 지하수위를 관측하는 것으로써 공간적 지하수위 분포와 시간적 지하수위 변화 관측으로 구분하여 관측하고 지하수위 관측결과를 해발고도로 환산하여 기술한다. 대상지역의 지하수위 분포와 변동 특성을 파악하여 지하수 유동에 따른 오염지하수의 확산 방향 예측 및 정화설계에 반영한다.

(1) 공간적 지하수위 분포 관측

- (가) 관측정 케이싱 상단에서 지하수위까지 심도를 수위계로 측정
- (나) 공간적 지하수위 분포는 모든 관측정을 대상으로 같은 날 관측하는 것을 1회로 간주하고 1회 이상 관측한 결과를 기술
- (다) 측정된 지하수위 심도를 해발고도로 환산하여 수위가 같은 지점을 연결한 등수위선도를 관측정 위치도에 중첩 작성
- (라) 등수위선도와 지하수 유동방향을 함께 나타내고 특징을 기술

(2) 시간적 지하수위 변화 관측

- (가) 최소 1개 관측정에서 장기관측을 수행하여 평가
- (나) 지하수위 변화 그래프를 작성
- (다) 지하수위의 주기적 변동 특성 또는 선형적 변동 특성을 기술

3) 지구물리탐사

지하수오염유발시설과 그 주변지역에 대해 지하수 유동 특성과 오염물질 확산을 예측하기 위한 기본적인 지하매질의 물리적 특성자료를 획득하기 위해 지구물리 탐사를 수행할 수 있다.

가) 전기비저항탐사

(1) 개요

전기비저항탐사는 지표면에서 인위적으로 방출한 전류가 탐사 대상 구역 지하 매질을 통과하면서 매질별 특성에 의해 형성된 전위차를 이용하여 지하매질의 전기비저항값을 측정하는 물리탐사로서 지하의 암반층 심도, 수층, 파쇄대, 균열대 등 지하매질의 특성을 파악할 수 있다.

(2) 방법

- (가) 조사지역에 대한 고찰을 통해 측선 설정
- (나) 해석하고자 하는 심도에 따라 적절하게 측선별로 전극 간격 결정
- (다) 현장 탐사

- ① 측량 자료 및 출자 등을 통한 측점 위치 결정
- ② 측점 위치에 전극 설치하고 전선을 각 전극에 연결
- ③ 전선을 배전반에 연결
- ④ 다중저항측정장치를 통해 각 측점의 접촉 저항 측정
- ⑤ 접촉저항이 불량한 곳에 대해서 염수 주입 또는 측점 위치 조정
- ⑥ 배전반과 탐사기를 전선으로 연결하여 전류 전극에 전류를 보내준 전위 전극을 통해 전위차 측정
- ⑦ 가단면도에 측정값 기입
- ⑧ 전류 전극과 전위 전극의 위치를 달리하여 반복 시행
- ⑨ 해당 측선에 대한 최종적인 가단면도 작성

(라) 자료 처리 및 해석

- ① 가단면도상의 측정값을 자료처리 소프트웨어에 입력
- ② 측점별로 측점 좌표 및 지형값 입력
- ③ 지형 보정
- ④ 자료의 질에 따라 적절한 역산 변수를 설정하여 역산 수행

(3) 시험결과 작성 방법

- (가) 전기비저항 분포를 통한 지하 매질의 물리적 특성(암반층의 경계, 지하수위 등) 파악
- (나) 탐사일, 탐사 장소, 탐사 축선, 현장특이사항 등을 기술
- (다) 지하 매질의 전기비저항 단면도 제시

4) 시추조사

지표지질 조사, 물리탐사 및 지하수 수질조사결과에 따라 지하지질구조와 지하수 분포특성을 확인하기 위해 필요하다고 인정하는 경우에는 시추조사(boring test)를 수행할 수 있다. 시추 조사는 조사대상 지층에 따라 충적층 시추와 암반층 시추로 구분할 수 있다.

가) 충적층 시추조사

(1) 개요

충적층에 대한 시추조사는 충적층 교란을 최소화 할 수 있는 방법을 이용하며, 조사위치는 지역의 지형, 지표지질조사 및 물리탐사결과를 감안하여 지역을 대표할 수 있는 지점을 선정한다.

나) 암반층 시추조사

(1) 개요

암반층에 대한 시추조사는 암반의 종류, 암반의 강도, 시추코어의 절리 등을 알 수 있다. 이러한 정보는 단열암반 대수층내 오염물질의 거동 파악에 중요하며, 또한, 암반관정 시추시 획득되는 시추코어에 발색시험 등을 실시하여 오염물질의 존재여부를 파악 할 수 있다.

5) 토양조사

토양조사는 토양오염이 예상되는 지역에서 토양시료를 채취, 분석하여 조사대상 지역의 토양오염범위, 오염면적, 오염부피, 오염물질 등을 조사하고 지하수 오염과의 인과관계 및 연관성을 파악할 수 있다.

토양오염조사 방법과 결과의 작성은 환경부장관이 고시한 「토양정밀조사의 세부방법에 관한 규정」을 준용한다.

6) 추가 관측정 설치

가) 설치지점 선정시 고려사항

- (1) 지하수오염범위를 명확히 규명하기위해서 설치되는 추가 관측정의 위치 다음의 사항을 고려하여 선정
 - (가) 수집자료를 바탕으로 추정된 지하수 오염범위 및 오염물질, 예상 지하수 흐름방향과 지하수 수위
 - (나) 조사지역의 지형 및 지세, 면적 및 경계
 - (다) 지하수오염유발시설, 지하수오염관측정, 지하수 개발·이용시설 위치
- (2) 추가 관측정은 지하수오염범위를 파악하기 위하여 지하수흐름 하류 쪽으로 오염이 확인된 지하수오염관측정과 추정 오염범위 경계의 중간 그리 경계부에 배치하고, 오염물질이 조사부지의 외부로 확산되었는 지를 확인할 수 있도록 지하수 오염확산 방향으로 부지 외곽에 추가 배치
- (3) 기타 지하수오염유발시설의 특성과 현지여건상 오염물질의 성장 및 여하지 못한 오염물질의 감지와 수리지질학적 특성 평가를 위해 필요하다고 판단될 경우 조사지역 상황을 고려하여 설치지점 추가 검토

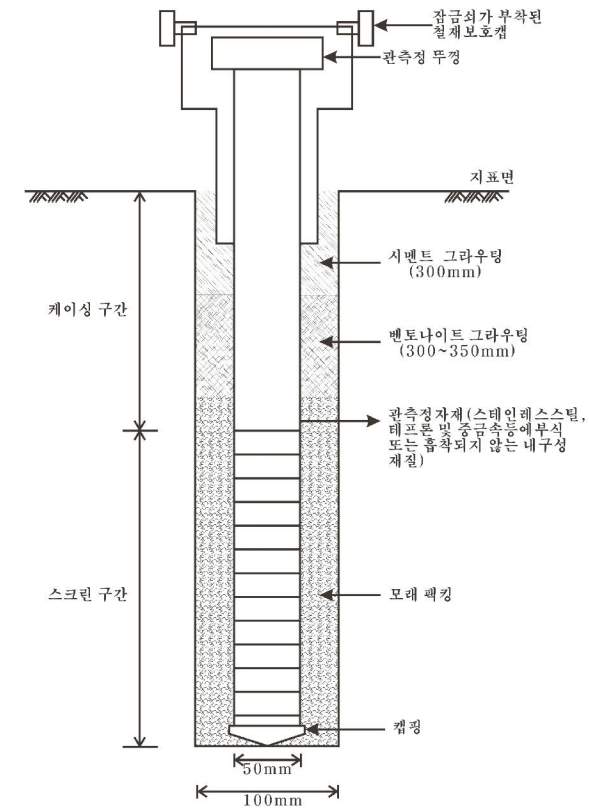
나) 지하수 관측정 설치

- (1) 관측정 구조는 「지하수의 수질보전 등에 관한 규칙」 제6조 별표 3의 규칙 준용하고, 현장 특성에 맞는 관측정 구조를 계획·설치
- (2) 관측정 설치 지점에 대하여 굴착 장비를 사용하여 작업을 실시하기 전 해당 지점의 지하 매질물 유무를 확인
- (3) 관측정 케이싱(무공관)의 재질은 지질구조, 현장의 수리지구화학적 특성 설치 깊이, 예상되는 오염물질의 종류 및 형태에 따라 PVC, 테프론, 스테레스, PE 재질 중에서 적절히 선택하여 사용하며, 상부보호공은 외부 오염물질의 유입을 방지할 수 있도록 설치
- (4) 관측정 스크린(유공관)은 효과적인 지하수 시료채취를 위해 화학적인 내구/간섭성 최소화, 스크린 길이와 위치, 관측정의 사용목적, 틈새(슬롯) 간 등을 고려하여 설치
- (5) 충전물(필터팩)은 관측정 안에서 화학적으로 안정하고 오염되지 않은 것으로서 지하수로부터 흡착 및 용출이 적은 재질을 선택해야하며, 현장 사전에 오염물질의 유입을 막기 위해 항상 별도 용기에 보관

- (6) 케이싱과 시추공벽 사이의 원통형 공간은 물과 오염물질의 이동을 방지하기 위해 차수하여야 하며, 이때 스크린 상부는 벤토나이트로 차수하고, 지표 아래로부터 벤토나이트로 차수한 구간까지는 시멘트와 혼합하여 차수
- (7) 관측정 굴착 및 설치 절차
- (가) 설치 지점의 지질 상황 등을 고려하여 선택된 굴착 장비를 사용하여 관측정의 사용목적에 맞도록 목표 심도까지 굴착
- (나) 일정깊이까지 굴착된 빈 공간에 스크린 및 케이싱 삽입
- (다) 스크린 주변에 충전팩 설치
- (라) 충전팩 상부에 벤토나이트를 사용하여 차수
- (마) 지표면과 벤토나이트 사이에 시멘트 혼합물로 차수
- (8) 신규 관측정 개소수, 설치지점 선정 사유, 설치방법을 기술하고 각 관측정의 제원표, 관측정 단면개념도, 관측정 위치도를 작성
- (9) 관측정 제원표에는 관측정명, 심도, 유공관 길이, 내경, 관측정 상부 고도 등이 포함되도록 작성(표 5 참조)
- (10) 관측정 제원을 나타내는 관측정 단면개념도를 작성(그림 1 참조)

[표 5] 지하수 관측정 제원(예시)

구분	관측정명	심도 (m)	유공관 (m)	내경 (mm)	좌표(TM, m)		케이싱 상단고도 (EL, m)	...
					X	Y		



<그림 1> 관측정 개념도(예시, 지하수의 수질보전 등에 관한 규격 별표3 참조)

다) 관측정의 개량(well development)

- (1) 관측정의 개량은 관측정을 설치한 후 실시하며, 관측정 개량의 완료기준 양수된 지하수의 탁도가 현저히 개선되거나 개량하는 동안 지하수 현재 질 측정값이 안정될 때까지 지속적으로 개량을 수행
- (2) 관측정의 개량은 정확한 수질 분석 결과를 얻기 위해서 관측정이 설치된 적어도 24시간이 지난 후에 실시
- (3) 펌프를 이용한 개량 절차
 - (가) 펌프를 관측정내에 삽입하여 지하수 및 이물질 양수
 - (나) 펌프를 관측정 내 삽입 전 지하수위 및 관측정 심도 측정

- (다) 펌프를 이용하여 유공관 하부에서부터 최대 양수량으로 양수를 실시하여 상부 방향으로 점차적으로 진행
- (라) 펌프 구간을 하부에서 상부쪽으로 진행하면서 지속적으로 반복
- (4) 양수된 지하수의 탁도가 개선될 때 까지 지속적으로 양수작업을 반복하여야 하며, 일반적으로 30분 이상 실시
- (5) 관측정 개량용 장비 중 반복적으로 사용되는 장비들은 1개 관측정의 개량 작업이 완료된 후 관측정을 변경하기 전에 반드시 교차오염 방지를 위해 세척해야함
- (6) 관측정 개량 작업과 관련하여 소요시간, 관측정 번호 및 개량 방법, 개량 날짜 등을 기록해야 함
- (가) 일반사항 : 관측정 번호, 위치, 개량 방법, 날짜 및 참여자
- (나) 관측정의 개량내용 : 개량 전후의 지하수위 및 관측정 깊이 변화, 양수량, 개량 전후의 지하수 색깔 및 탁도 변화 등
- (다) 현장여건에 따라 지하수 수질 지시인자(온도, pH, EC, DO, 탁도 등)의 측정 결과 기록

7) 지하수 오염물질 조사 · 분석

지하수 수질분석, 시료량, 시료의 운반 및 보관 방법, 시료분석방법에 대한 세부사항은 환경부장관이 고시한 「수질오염공정시험기준」에 따라 수행한다.

가) 지하수 시료채취

- (1) 시료채취는 시료채취장비(펌프 또는 수동식 지하수 시료채취기(bailer) 등)를 이용하여 고여 있는 물을 퍼내고(관정 부피의 3~5배) 새로 나온 물을 시료로 사용
- (가) 지하수 시료채취에 따른 시료 교란을 최소화할 수 있도록 관정 설치 심도별로 적절한 장비를 사용
- (나) 물의 수소이온농도 또는 전기전도도를 연속적으로 측정하여 이 값이 평행(측정값이 유사해지는 시점)에 도달할 때까지 퍼내고, 현장수질 분석(pH, EC, DO, ORP, 수온 등)을 실시
- (2) 시료채취는 매회 채취시마다 새로이 세척된 시료채취장비 및 용기를 이용하여, 시료채취 용기는 시료를 채우기 전에 시료로 3회 이상 씻은 다음 사용함

- (3) 기타 휘발성물질과 민감한 무기화합물질을 함유한 시료는 그대로 보유하고, 산도 · 알칼리도 · 중금속 및 기타 무기금속의 측정을 위한 시료 여과 후 채취함
- (4) 유류 또는 부유물질 등이 함유된 시료는 시료의 균질성이 유지될 수 있도록 채취하여야 하며, 침전물 등이 부상하여 혼입되어서는 안 됨
- (5) 용존가스, 환원성물질, 휘발성 유기물질, 유류 및 pH 등을 측정하기 위한 시료는 운반 중 공기와의 접촉이 없도록 용기에 가득 채워야 함
- (6) 시료채취용기에 시료를 채울 때에는 어떠한 경우에도 시료의 교란이 일어나서는 안 되며, 가능한 한 신속히 공기와의 접촉시간을 짧게 하여 채취하여야 함
- (7) 시료채취량은 시험항목 및 시험횟수에 따라 차이가 있음. 다만, 시료 즉시 시험할 수 없어 보존하여야 하는 경우 또는 시험항목에 따라 다른 채취용기를 사용하여야 할 경우에는 시료 채취량을 적정하게 증감할 수 있음

나) 지하수 오염물질조사 작성내용

지하수 시료채취일, 시료채취 사용장비, 퍼징(purging) 방법, 분석기관, 시이송방법 및 시료채취 현장 특이사항 등 시료채취방법을 기록하고 시료채취 측정된 현장수질분석 결과(pH, EC, DO, ORP, 수온 등)를 작성(표 6 참조)

[표 6] 현장수질분석 결과(예시)

시료채취일	관측정명	pH	EC ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	DO (mg/ℓ)	ORP (mV)	수온 ($^{\circ}\text{C}$)	...
...

다) 오염물질 특성 분석

수질기준을 초과한 오염물질의 용해도, 비중 등 물리화학적 특성인자를 논하여 기술

8) 지하수 오염평가

가) 지하수 수질기준 초과물질에 한해 항목별 지하수 오염도 작성

나) 오염등급을 4등급으로 구분하여 작성할 수 있고(표 7 참조), 오염현황

현장여건에 따라 조정 가능

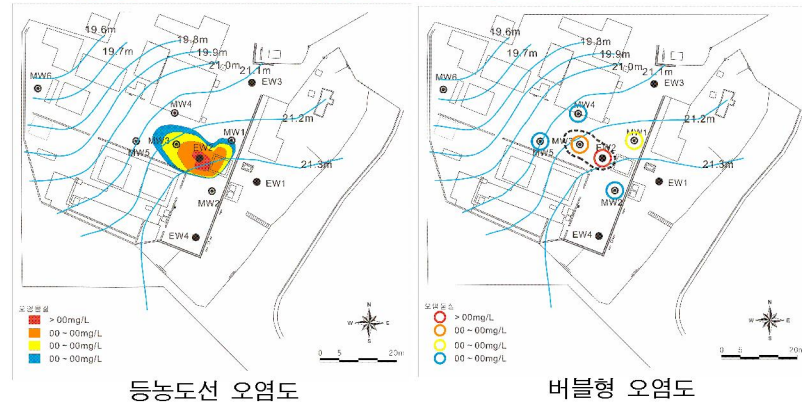
다) 오염도는 등농도선 오염도 또는 버블형 오염도로 나타낼 수 있음(그림 2 참조)

- (1) 등농도선선 오염도는 각 관측점의 오염물질 분석결과 값을 토대로 대상지역에서 오염물질 농도가 같은 값의 지점을 연결하여 평면도에서 표현하며 [표 2] 오염등급기준에 따라 오염정도를 나타냄
- (2) 버블형 오염도는 각 관측점별 오염물질 분석결과 자료를 [표 2] 오염등급기준에 따라 원의 크기나 색상으로 표현

[표 7] 오염등급기준

등급	등급 기준	색 구분
I	수질기준의 50% 미만	파랑
II	수질기준의 50%이상 ~ 수질기준 미만	노랑
III	수질기준 이상 ~ 수질기준의 200% 미만	주황
IV	수질기준의 200% 이상	빨강

※ 초과검출 농도수준 차이에 따라 오염등급기준 범위를 조정할 수 있음



<그림 2> 지하수 오염도(예시)

9) 지하수 유동 및 오염물질 이동 모의

가) 현장의 지하수 환경을 개념화하고 수치모델을 통해 지하수 유동 및 오염물질 이동을 모의

나) 평가지역 및 주변지역을 포함하는 전체적인 지하수 유동 특성과 오염물질 분포 및 이동 상황을 도면에 도시하고 기술

다) 오염범위·농도를 2차원 및 3차원 도면으로 나타내고 오염물질 총량을 추
라) 향후 오염물질의 이동을 예측하고 도면에 도시하고 기술

다. 오염원인에 대한 평가

1) 지하수오염유발시설 현황자료를 제시한다.

가) 시설의 배치를 알 수 있는 평면도와 시설의 기초·깊이를 알 수 있는 측면

나) 시설, 배관 등에 관한 재질 및 설치·운영내역을 파악할 수 있는 자료

다) 유해물질의 제조 또는 저장시설의 경우에는 저장 또는 사용물질의 명
성상, 농도, 용량, 사용내역 등을 알 수 있는 자료

2) 지하수오염유발시설 현황자료와 오염범위, 농도를 나타낸 도면, 지하수 유동 및 오염물질 이동 모의 결과를 토대로 오염원인 및 오염경로 평가한다.

가) 지하수오염유발시설 현황, 지하수흐름방향, 지하수오염물질의 분포를 조
지역 도면에 도시

나) 지하수오염유발시설로부터 유출될 수 있는 물질항목과 조사지역의 지하
오염물질의 연관성 평가

다) 지하수오염유발시설로부터 유출될 수 있는 물질의 특성과 지하수 흐름방
및 속도, 오염물질의 분포형태에 대한 연관성 평가

라) 지하수오염유발시설로부터 운송, 저장, 처리과정 중 어떤 경로로 유출도
는지 평가

마) 지하수오염유발시설의 위치, 오염현황, 지하수 유동 및 오염물질 이
모델링 결과를 종합 분석하여 지하수 오염경로 평가

3) 지하수오염유발시설 설치부지를 포함한 인근지역에 잠재오염원이 있
경우에는 잠재오염원의 종류, 특성, 위치, 잠재오염항목을 도면과 힘
기술한다.

가) 조사지역을 포함하고 있는 지하수유역 내 상류를 중심으로 잠재오염

(지하수오염유발시설, 주유소, 정화조, 소규모 유류/위험물저장시설, 정비소, 세탁소 등)을 지하수흐름방향, 지하수오염물질의 분포와 함께 5천분의 1의 지형도에 도시

나) 잠재오염원별로 추정 지하수오염물질 목록 제시 및 조사지역의 지하수 오염물질과의 연관성 평가

라. 오염방지대책

오염범위 및 오염원인에 조사·평가결과를 기초로 다음 항목들에 대하여 오염방지대책을 검토하고 오염현황 및 현장실정에 맞는 오염방지 대책을 수립·제시한다.

1) 지하수오염물질의 누출을 방지하기 위한 추가적인 시설의 설치

가) 지하수오염유발시설의 설치·운영 과정에서 오염물질 누출이 발생한 경우, 전반적인 시설점검을 통하여 누출지점을 조사하고 오염물질의 누출 재발을 예방할 수 있는 추가시설 설치계획 제시

(1) 지하수오염유발시설과 오염물질 누출지점을 구체적으로 도시하고, 누출원인 조사·분석 결과 제시

(2) 오염지하수정화계획 수립에 필요한 누출현황자료 작성 제출

(3) 누출지점에 대한 보수 및 추가시설 설치계획(설계도, 시공계획서, 시공일정) 등 제시

나) 지하수오염유발시설의 특성을 고려하여 동일 유형의 누출사고 예방을 위한 정기점검계획과 유지관리계획 등 관련 대책 수립 제시

다) 추가적인 시설의 설치가 필요하지 않은 경우에는 그와 관련된 객관적 입증 자료를 제출

2) 지하수오염물질의 운송·저장·처리방식의 변경

가) 운송·저장·처리방식의 원인으로 지하수오염이 유발되었을 경우는 그 문제점을 분석·제시하고, 오염현황 및 운송·저장·처리방식 등에 대한 구체적인 변경 계획을 작성·제시

(1) 기존의 운송·저장·처리방식 현황 및 문제점 분석

(2) 오염사고 발생 일자, 사고자, 장소, 오염물질의 종류·농도·양, 오염지 내용, 현장상황, 응급조치내용 등과 오염발생 원인 분석·제시

(3) 지하수 오염원인이 운송·저장·처리방식의 문제로 인한 것임을 입증할 있는 객관적 자료를 제시

(4) 운송·저장·처리방식의 변경 계획(추가 또는 신규 시설이 필요한 경우 계도, 시공계획서, 시공일정 등 포함) 등 제시

나) 지하수오염유발시설의 특성을 고려하여 동일 유형의 오염사고 예방을 위한 운송·저장·처리방식의 정기점검계획과 관련 담당자 교육계획 등 관련 대책 수립 제시

다) 지하수오염물질 운송·저장·처리방식 변경이 필요 없는 경우에는 그 관련된 객관적 입증 자료를 제출

3) 오염된 지하수의 정화사업

가) 오염된 지하수의 정화사업이 필요한 경우, 지하수오염평가 결과를 바탕으로 적용가능공법, 정화일정, 예상비용, 모니터링 및 검증 계획 등 정화사업 필요한 사항을 작성·제시

(1) 정화방법 선정시 타지역 운반처리보다 현장처리 우선적으로 고려

(가) 지하수오염평가를 검토하여 정화대상지역을 설정

(나) 오염물질의 양·특성, 정화설비 설치여건, 민원발생 가능성 등 현장상황 고려하여 타지역 운반처리보다 현장처리를 우선적으로 검토하여 적합한 정화방법을 선정

(2) 적용가능 공법별로 수집·검토한 현장자료(정화대상지역의 오염현황, 토 및 대수층 특성 등)와 선정된 공법의 단가, 처리효율 등을 비교·검토하여 효율적인 정화공법을 선정하고 객관적인 입증자료 제시

(3) 적용가능 공법별로 오염현황을 고려하여 예상정화기간을 산정·제시할 가능한 그 기간내에 정화사업이 완료될 수 있는 공법 선택

(가) 지하수 오염원 및 정화대상지역의 오염물질의 분포, 오염물질 특 수리지질학적 특성, 시간경과에 따른 오염물질 이동 예측 결과 등 기초로 하여 오염지하수가 주변수계에 영향을 미치지 않도록 여

정화기간 산정

(나) 예상정화기간 내에 정화가 가능한 방법에 대해 현장자료(정화대상지역의 오염현황, 토양 및 대수층 특성 등)를 바탕으로 추진일정 제시

(4) 정화과정이 간단하고 정화결과에 대한 검증이 용이하여야 함

(가) 적용가능 공법에 대해 국내·외 관련 사례를 조사하고, 오염현장 적용 시 공법별 정화과정 비교분석 결과를 제시

(나) 오염지하수정화 방법 및 내용에 대한 객관적이고, 과학적인 정화 모니터링 및 검증 계획 수립 제시

(5) 정화과정에서 2차오염이 없어야 함

(가) 정화과정에서 주변의 대기·수질·토양 환경 등에 미치는 영향이 없는 공법 제시

(나) 선정된 공법에 대해서 대기·수질·토양오염 우려가 있는 경우는 관련 오염방지대책을 수립·제시

나) 정화사업이 필요하지 않는 경우는 그와 관련된 객관적 입증 자료를 제출하고, 대체계획 제시

4) 당해 시설의 설비·운영의 개선

가) 당해 시설의 설비·운영의 문제로 지하수오염이 유발되었을 경우, 시설의 설비와 운영에 대해서 전반적인 점검을 통하여 지하수오염 유발 원인을 조사·분석하고 지하수오염을 방지할 수 있는 개선방안을 도출·제시

(1) 시설의 구조 설비 명세서(시설별 구조, 저장 및 배관 등의 재질, 규격, 오염방지시설 설치내역), 시설의 위치, 구조에 관한 도면(시설의 배치 등을 파악할 수 있는 평면도, 시설의 기초 및 깊이를 표시한 측면도) 등 제시

(2) 시설의 설비내역 및 운영방식과 지하수오염현황을 비교·분석하여 지하수오염이 시설의 설비와 운영상의 문제로 발생한 것임을 객관적으로 분석·제시

(3) 지하수오염이 제조과정 및 시설물 운영 관리상의 문제로 발생하였다면 해당시설의 관련 문제점을 근본적으로 개선할 수 있는 구체적인 계획 제시

나) 지하수오염유발시설의 특성과 현장상황을 고려하여 동일 유형의 지하수오염사고 예방을 위한 지하수오염유발시설 설비의 정기점검계획과 유지

관리계획을 제시하고, 운영관리계획 및 관련인력 교육 계획 제시

다) 당해 시설의 설비·운영의 개선이 필요 없는 경우에는 그와 관련된 객관적 입증 자료를 제출

5) 자연적 감소에 의하여 오염된 지하수가 자연정화되고 있는지 또는 지정화될 수 있는지 여부의 조사

가) 조사지역의 지하수 오염방지대책으로 자연정화를 제시할 경우는 지정화 오염평가결과를 바탕으로 자연정화가 적극적인 지하수정화사업보다 효과적임을 입증하고, 자연정화계획을 제시

(1) 지하수 오염원 현황, 오염물질의 종류·분포, 농도의 변화, 수리지질학적 특성, 지하수 흐름 및 오염물질 이동 예측 결과, 주변지역의 지하수 오염 현황, 위해성평가 등의 지하수오염 평가 자료의 분석을 통해서 자연정화가 이루어지고 있는지를 평가

(2) 지하수오염평가를 검토하여 자연정화대상지역을 설정

(3) 자연정화를 적용하기 위해서는 오염원인의 제거가 선행되어야하며, 오염원 제거 계획이 먼저 수립·제시되어야함

(4) “가)항의 자연저감평가 결과를 바탕으로 자연정화의 예상추진일정과 소요 비용을 산출·제시

(5) 자연정화의 효율적인 관측을 위한 객관적이고, 과학적인 자연정화 모니터링 및 검증 계획 수립 제시

나) 자연정화가 필요하지 않는 경우는 그와 관련된 객관적 입증자료를 제출

4. 보고서 작성

가. 지하수오염평가보고서 작성 일반 사항

1) 지하수오염유발시설 관리자는 「붙임」에 따라 지하수오염평가보고서를 작성한다.

2) 「붙임」 외에 추가 조사항목이 필요한 경우, 예시한 양식에 항목 추가하여 작성할 수 있다.

- 3) 보고서는 과학적인 구성요소·학술적인 서술·명확하고 정확한 기술 등 3가지 조건을 갖추어야 한다

나. 보고서의 작성순서 및 기술 내용

- 1) 서론
 - 가) 지하수오염평가의 배경, 목적, 범위, 제한조건, 행정절차 등을 기술
 - 나) 평가지역의 위치를 도시하고, 오염평가지역 개황을 기술
- 2) 위해성 평가
 - 가) 수질기준을 초과한 오염항목에 대해서 위해성을 기술하고, 위해성 평가를 실시하여 결과를 제시
 - 나) 위해성평가 방법을 기술하고, 위해성평가에 사용된 인자와 그 근거를 제시
- 3) 개략적 오염범위 조사
 - 가) 자료조사, 현장방문조사, 청취조사의 수집자료 결과를 정리하여 기술
 - 나) 수집자료를 바탕으로 조사지역의 개략적인 오염범위 예측하여 기술
 - 다) 지하수 오염물질 조사·분석 자료, 지하수오염유발시설과 잠재오염원 등 오염범위 추정을 위한 기타 조사 자료를 이용하여 오염원과 개략적인 오염범위를 추정하여 기술
- 4) 추가 관측정 설치를 통한 오염범위 설정
 - 가) 추가 관측정을 설치하고, 수리지질조사, 지구물리탐사, 토양조사, 오염물질 조사를 통해 지하수 오염범위 설정 및 기술
 - 나) 현장조사와 현장시험의 각 항목들에 대해 목적, 방법, 결과를 과학적, 논리적으로 기술
- 5) 지하수 오염 평가
 - 가) 등수위선도, 지하수오염도를 작성하고 조사지역의 오염현황 기술
 - 나) 오염물질 총량을 과학적 논리적으로 추정하여 기술
 - 다) 조사지역의 지하수흐름과 오염물질 이동을 예측하고 그 결과를 기술
- 6) 지하수 오염원인
 - 가) 지하수오염유발시설, 잠재오염원, 지하수오염현황을 종합 분석하여 지하수 오염원인을 기술
 - 나) 등수위선도, 지하수오염도 등을 통한 지하수 오염평가 결과와 지하수 오염원 선정 결과를 종합하여 지하수 오염경로를 평가하고 기술
- 7) 오염방지대책

오염물질의 누출방지를 위한 추가적인 시설의 설치, 지하수 오염물질 운송·저장·처리방식의 변경, 정화사업, 시설의 설비·운영의 개선, 자연자 평가 등 각각의 오염방지대책에 대해 구체적으로 기술
- 8) 조사결과 및 종합평가
 - 가) 지하수오염평가의 배경, 목적, 범위, 제한조건, 행정절차 등을 요약
 - 나) 평가지역의 위치와 개황을 요약
 - 다) 지하수오염원 및 오염물질, 지하수오염 범위, 오염방지대책 등 지하수오염 평가 결과를 논리적으로 서술하고, 평가의견이 잘 이해될 수 있도록 요약
- 9) 부록 내용
 - 가) 지하수오염유발시설 관련 신고 및 허가 서류
 - 나) 지하수오염평가를 위해 수집한 자료
 - 다) 지하수오염물질 및 관련 항목 분석 성적서
 - 라) 지하수오염평가에서 수행한 각종 현장시험 사진 및 원자료
 - 마) 기타 지하수오염평가 관련 현장사진 및 자료

지하수오염평가보고서

표지

목차

요약문

1. 서론

- 가. 목적과 범위
- 나. 오염평가 배경
- 다. 오염평가지역 개황

2. 위해성 평가

3. 개략적 오염범위 조사

- 가. 자료수집
- 나. 현장조사

4. 추가 관측정설치를 통한

오염범위 설정

- 가. 추가 관측정 설치
- 나. 오염물질 분석
- 다. 수리지질조사
- 라. 기타조사

5. 지하수 오염평가

- 가. 지하수 오염범위
- 나. 지하수 유동 특성
- 다. 오염물질 이동 모의

6. 지하수 오염원인

- 가. 지하수오염유발시설 현황
- 나. 오염원인 및 오염경로
- 다. 인근지역 잠재오염원

7. 오염방지대책

8. 조사결과 및 종합평가

9. 부록