

A photograph of a paved path in a forest. The path is lined with trees and bushes, and the ground is covered with fallen autumn leaves. The image features several circular lens flare effects, giving it a dreamy, ethereal feel. The text "산림공학" is overlaid in the center.

산림공학

11월 19일



임도의 배수시스템_개요

- ❖ 임도의 구조적 안정에 영향을 미치는 주요 요인
- ❖ 임도에서 발생하는 비탈면 및 노면 붕괴 원인
 - 대부분 강우와 지하수의 유출에 의해 발생
- ❖ 배수시설의 선택과 위치선정은 시공경험이 풍부한 전문가가 체계적으로 배치
- ❖ 배수시설의 시공 후 정기적인 유지관리가 더 중요



임도의 배수시스템_개요

❖ 임도의 배수

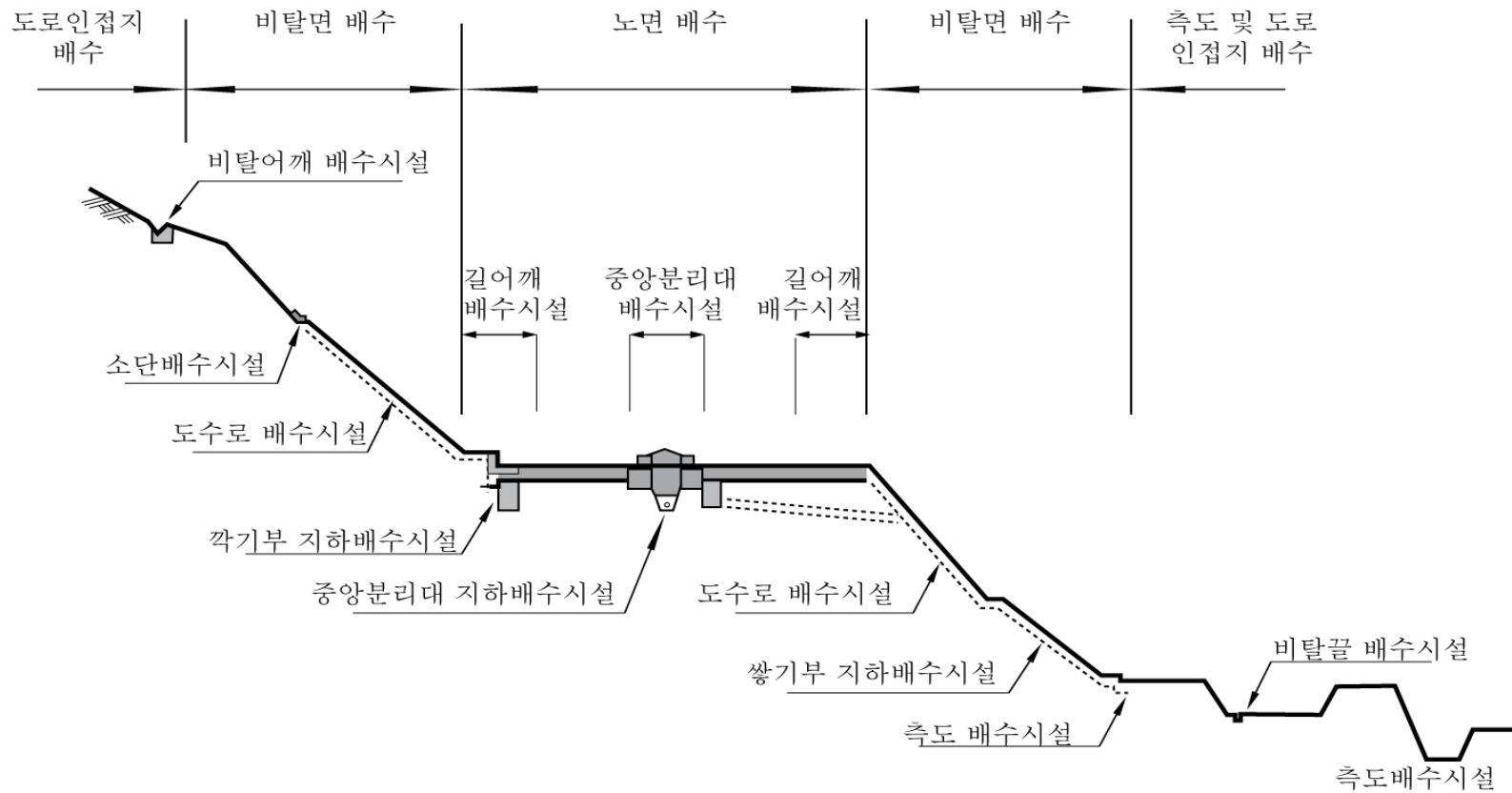
- 지표배수
 - 노면배수
 - 사면의 배수
 - 도로 횡단배수
 - 기타 도로부지내 배수
- 지하배수
 - 노반배수
 - 노상배수
 - 사면지하배수
 - 옹벽배면배수

임도의 배수시스템_개요

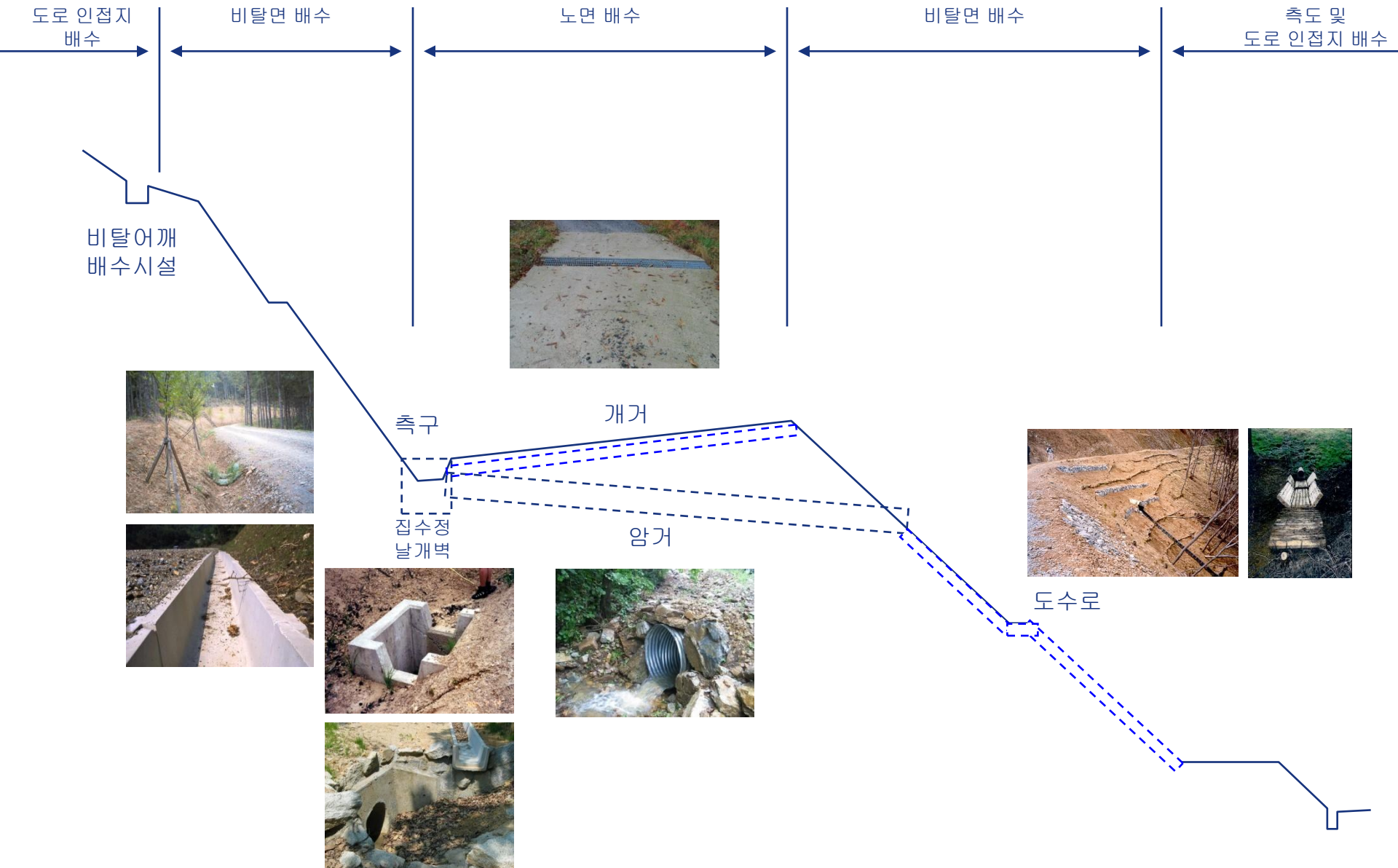




임도의 배수시스템_개요



임도의 배수시스템_개요





임도의 배수시스템_개요

❖ 임도 배수시설의 현황과 유수의 흐름



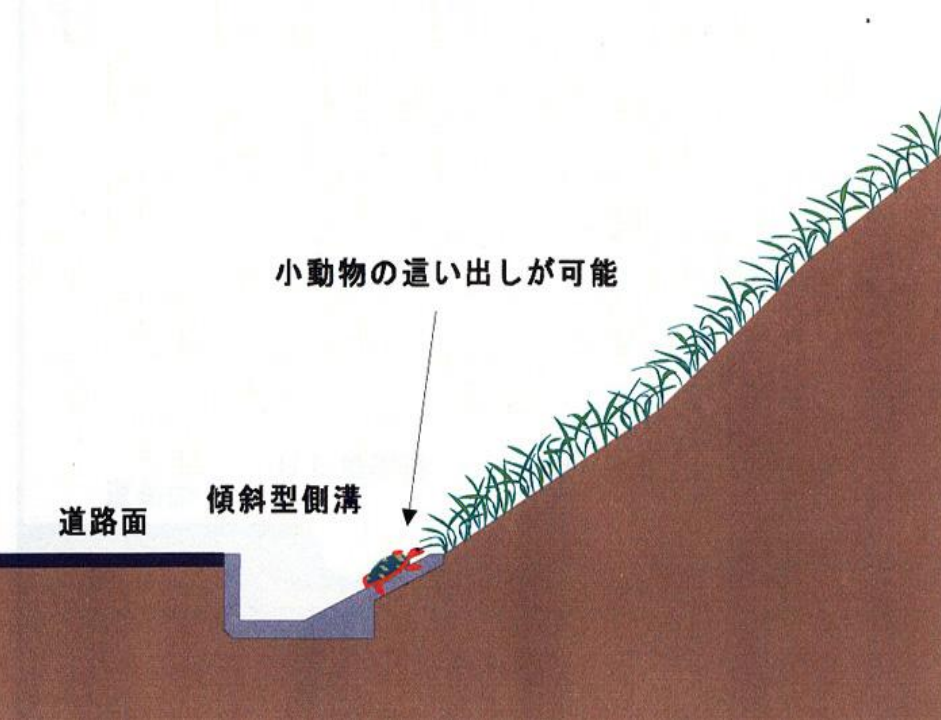


임도의 배수시설의 종류 및 현황













임도의 배수시설의 종류 및 현황







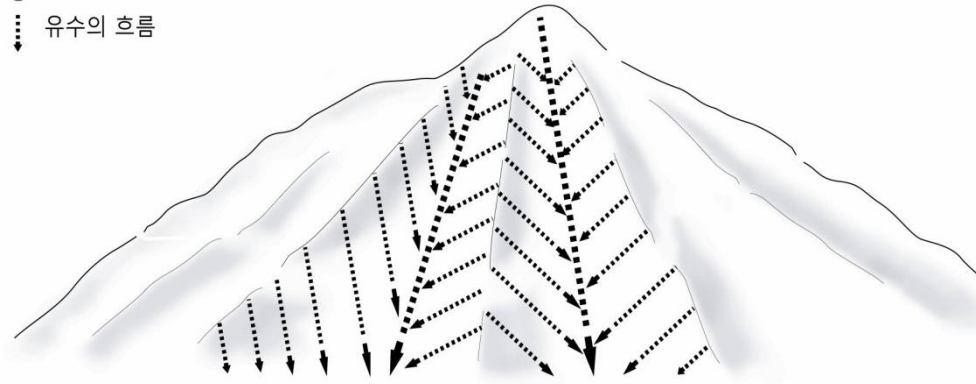




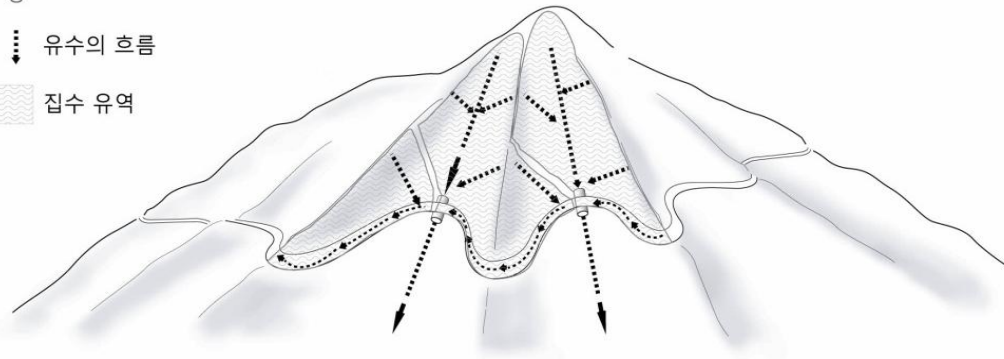


임도에 의한 유수의 변화와 영향

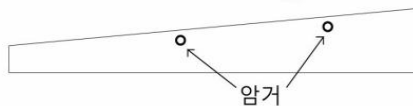
 암거
 유수의 흐름



 암거
 유수의 흐름
 집수 구역



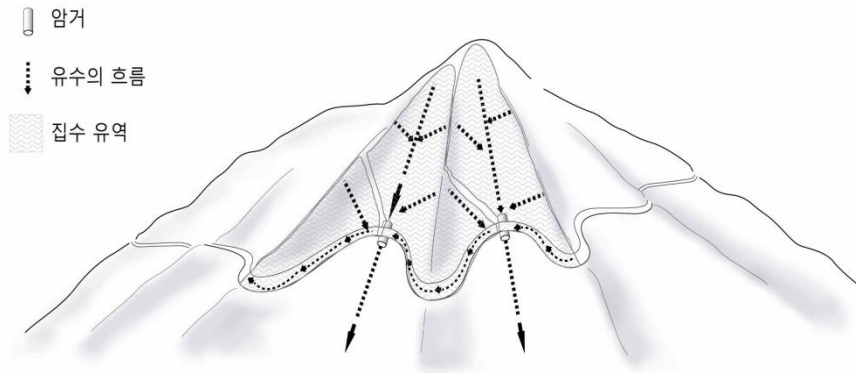
임도종단선형



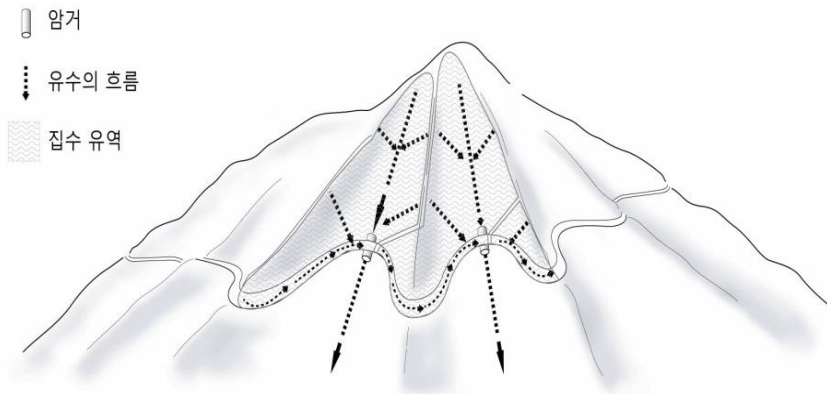
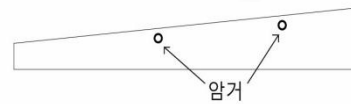
임도 설치 전후의 유수의 흐름



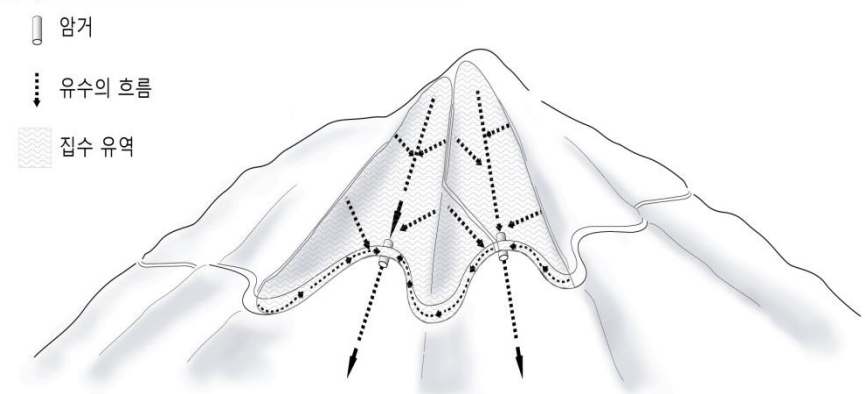
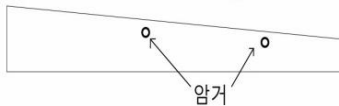
임도에 의한 유수의 변화와 영향



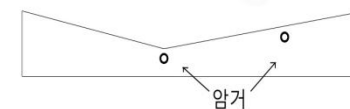
임도종단선형



임도종단선형



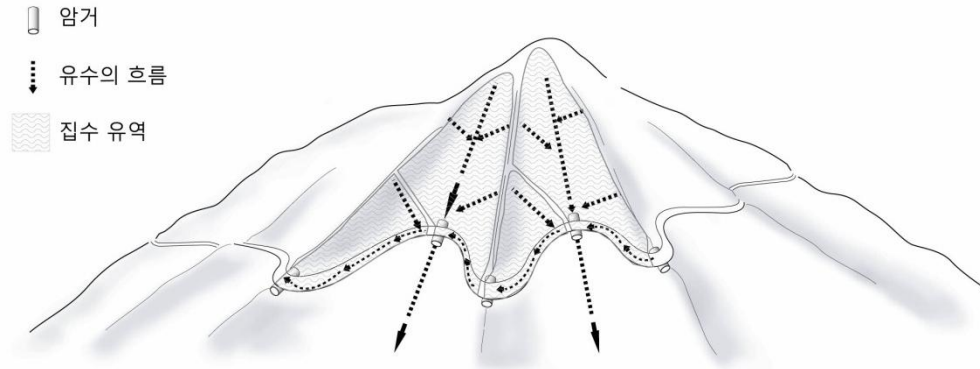
임도종단선형



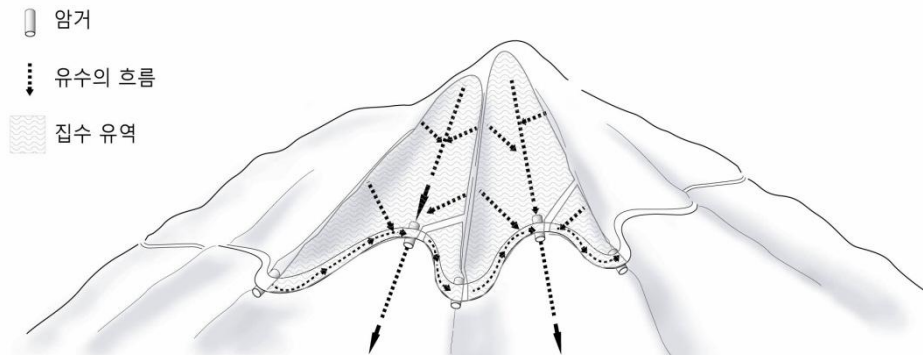
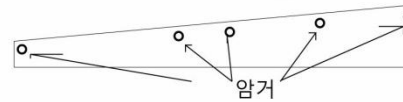
계곡부에만 배수관이 설치된 경우



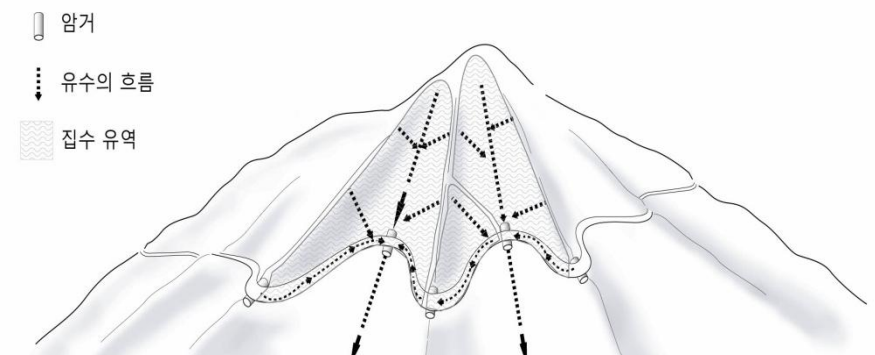
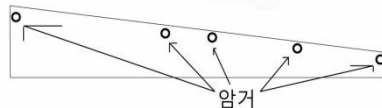
임도에 의한 유수의 변화와 영향



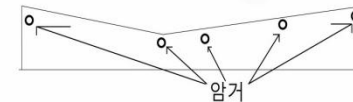
임도종단선형



임도종단선형



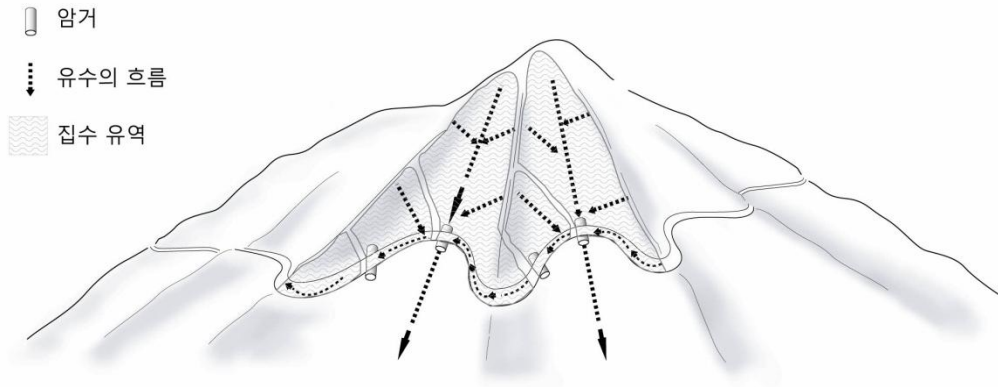
임도종단선형



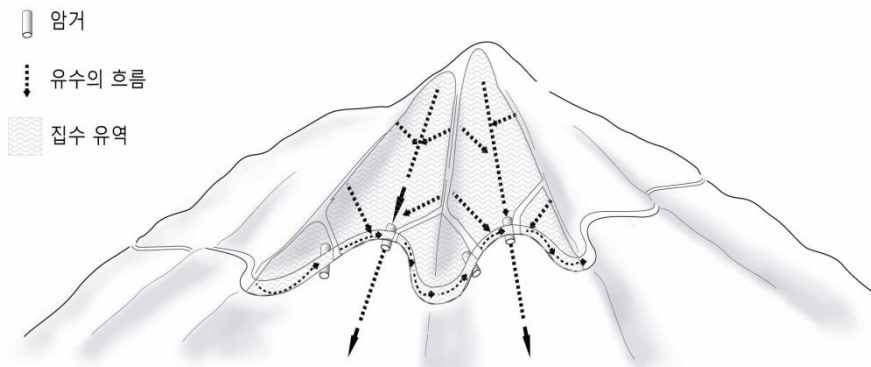
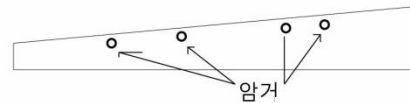
계곡부와 능선부에 배수관이 설치된 경우



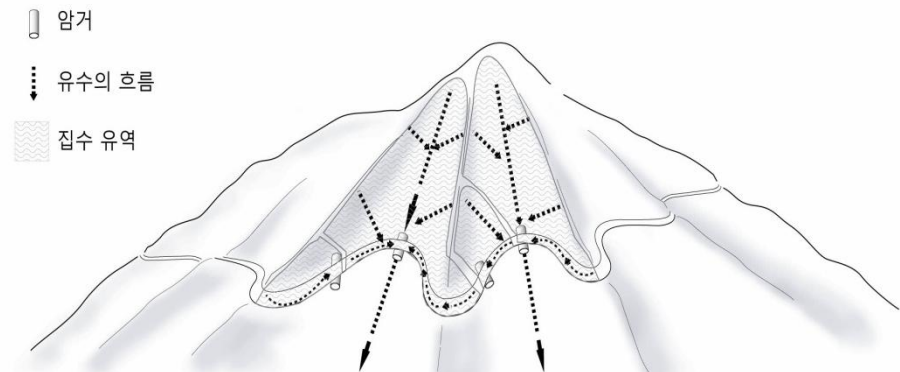
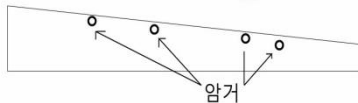
임도에 의한 유수의 변화와 영향



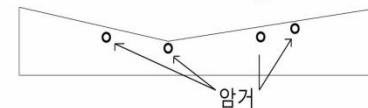
임도종단선형



임도종단선형



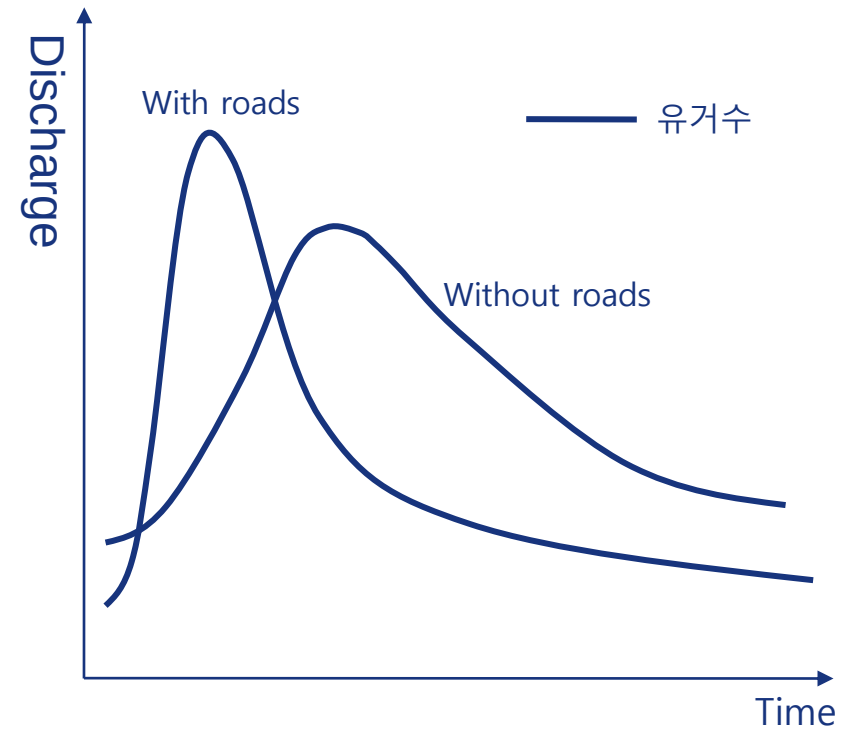
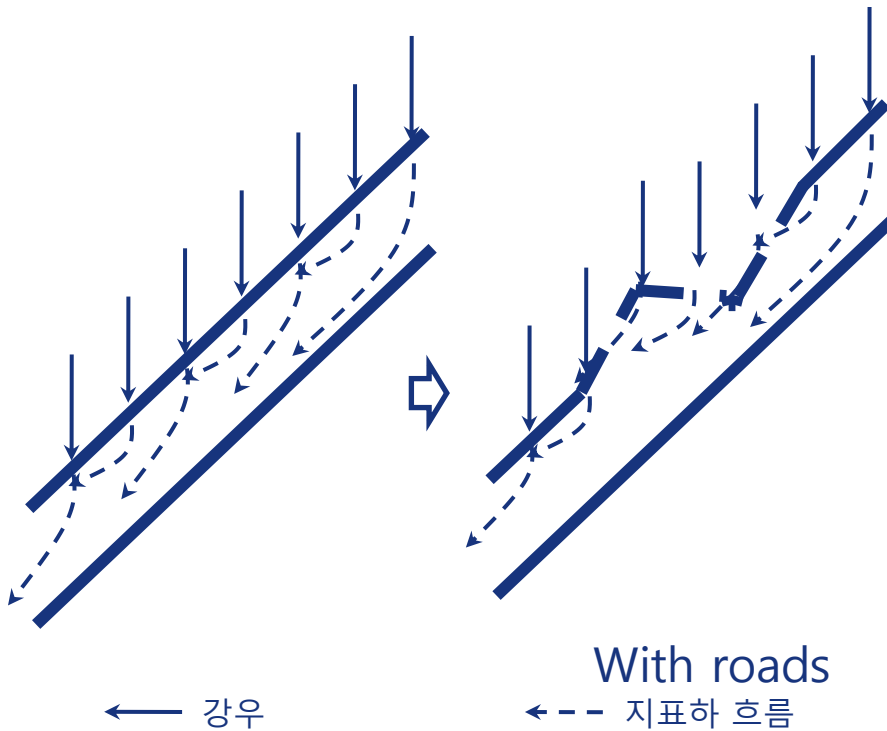
임도종단선형



계곡부와 사면부에 배수관이 설치된 경우



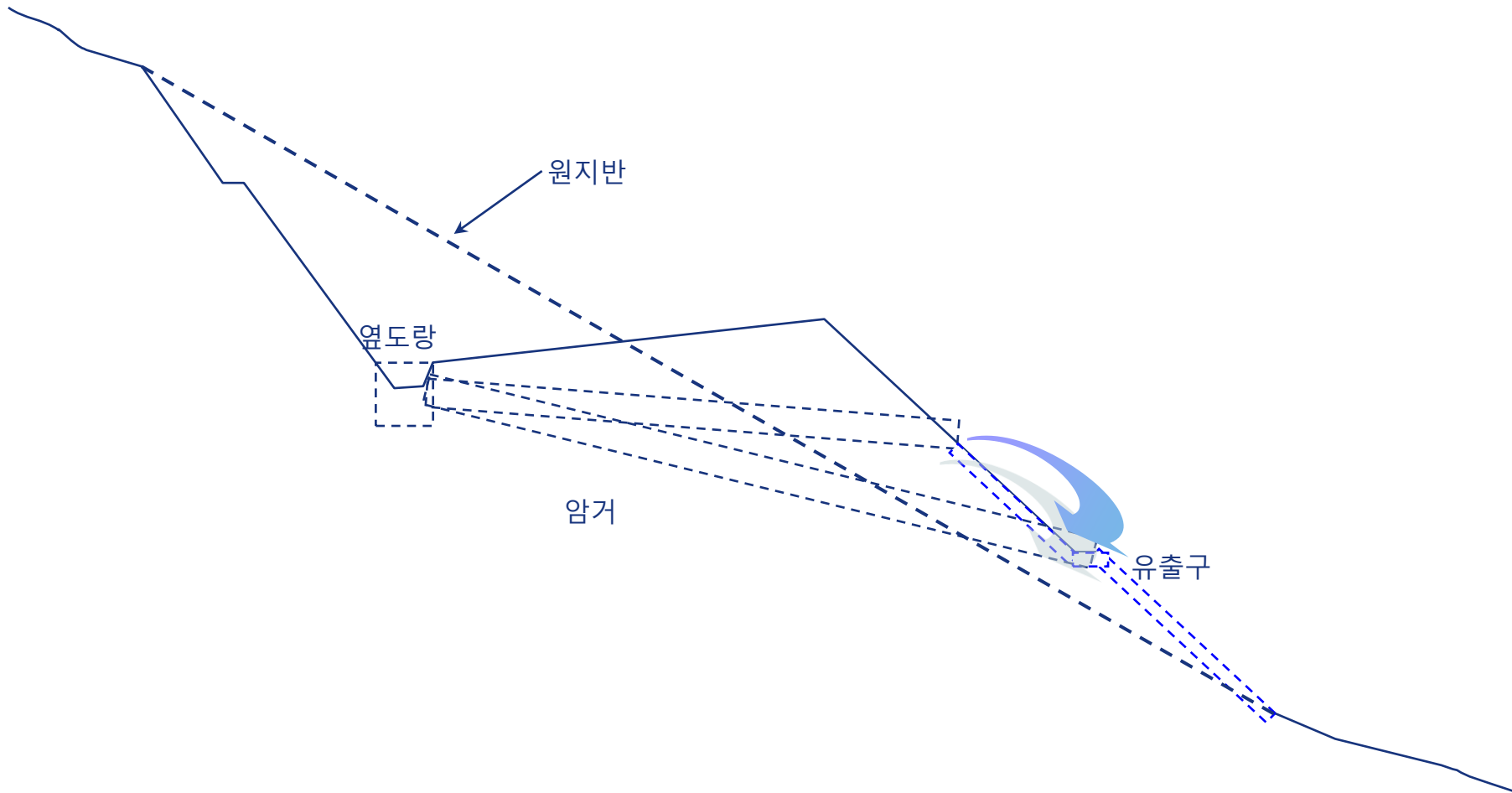
임도에 의한 유수의 변화와 영향



임도 설치로 인한 수문작용의 변화



임도에 의한 유수의 변화와 영향





임도의 배수시스템과 재해

❖ 잘못된 배수체계로 인한 문제발생

- 유수 및 토석류가 직접적으로 계곡임도를 타격 ⇒ 유실
- 임도 상부계곡 산사태 ⇒ 배수시설 매몰 ⇒ 임도 단절



계곡 임도 유실(강원 삼척 가곡)



산사태로 임도 단절(강원 동해 삼화)



임도의 배수시스템과 재해

- 사면에 강우 침투, 측구매몰 등으로 유수 유입 ⇒ 성토사면 붕괴
- 암반의 절리, 사면하부세굴, 암반층 물의 유입 ⇒ 절토사면붕괴



성토사면 붕괴(경남 함양 죽암)



암반의 절리붕괴(강원 삼척 가곡)



임도의 배수시스템과 재해

❖ 산사태 발생으로 유석, 유토 발생

- 다양한 유목 발생
- 계곡에 쌓아둔 산불피해 벌채목
- 민가에서 이용하기 위하여 쌓아둔 원목
- 목재칩 공장의 가공재 유실(강원 삼척)



바닷가 유목(강원 삼척 근덕)



유목과 토석(강원 강릉 양양)



임도의 배수시스템과 재해



유수에 의한 옆도랑 피해 사례



임도의 배수시스템과 재해



배수시설 유출부의 피해 사례



임도의 배수시스템과 재해



유수에 의한 피해 사례



임도의 배수시스템_기준

❖ 산림관리기반시설의 설계 및 시설기준

❖ 옆도랑(측구)

- 옆도랑의 깊이는 30센티미터 내외
- 암석이 집단적으로 분포되어 있는 구간 및 능선부분과 절토사면의 길이가 길어지는 구간은 L자형으로 설치할 수 있음
 - L자형 상부지점에는 배수시설을 설치. 다만, 노출형 횡단수로를 설치하여 물을 분산시킬 수 있는 경우에는 옆도랑을 설치하지 아니할 수 있다.
- 옆도랑은 동물의 이동이 용이하도록 설치



임도의 배수시스템_기준

❖ 옆도랑(측구)

- 종단기울기가 급하여 침식우려가 있는 옆도랑에는 중간에 유수를 완화하는 시설을 설치
- 성토면이 안정되고 종단경사가 5퍼센트 미만인 경우에는 옆도랑을 파지 않고 3~5퍼센트 내외로 외향경사를 주어 물을 성토면 전체로 고르게 분산시킬 수 있음
 - 단, 이 경우 임도를 횡단하여 유수를 차단하는 노출형 횡단수로를 30미터 내외의 간격으로 비스듬한 각도로 설치한다.



임도의 배수시스템_기준

❖ 암거와 배수구

- 배수구의 통수단면은 100년빈도 확률강우량과 홍수도달시간을 이용한 합리식으로 계산된 최대홍수유출량의 1.2배 이상으로 설계.설치한다.
- 배수구는 수리계산과 현지여건을 감안하되, 기본적으로 100미터 내외의 간격으로 설치
- 배수구의 지름은 1,000mm 이상.
 - 다만, 현지여건상 필요한 경우에는 배수구의 지름을 800mm 이상으로 설치 가능



임도의 배수시스템_기준

❖ 배수구

- 배수구는 동물의 이동이 용이하도록 설치
- 배수구의 유입구에 토석류와 유목 등에 대한 유입방지시설



임도의 배수시스템_설계

- ❖ 배수구조물의 위치 선정
- ❖ 배수구조물의 재질 선정
- ❖ 배수구조물의 크기 선정



임도의 배수시스템_설계

❖ 위치 선정

- 배수구조물은 다른 토목 및 건축사업의 일부
 - 위치가 사업 수행시 대부분 확정
- 물이 모이는 곳
 - 계곡부, 용출수 발생지역
- 물이 정체되는 곳
- 배수구조물의 역할 : 신속한 배수
- 계통적인 설치도 중요
 - 배수관의 유입부 및 유입부 상부와 유출부 및 유출부 하부



임도의 배수시스템_설계

❖ 재질선정

- 선정의 기준항목
 - 설계홍수량
 - 토석류 및 유목 등의 발생유무
- 재료의 종류
 - 흙, 나무, 돌, 콘크리트, 철, 플라스틱 등



임도의 배수시스템_설계

❖ 배수구조물의 크기

■ 선정의 기준항목

- 설계홍수량
 - 강우량
 - 유출량
 - 도달시간 : 유입, 유하시간
- 토석류 및 유목 등의 발생유무
- 수로 주변 붕괴위험



임도의 배수시스템_설계

❖ 유출량

- 측정하는 지점과 관점에 따라 다름

❖ 강수량 산정

- 총 강수량 : 유역에 내린 평균강수량 X 유역면적
- 유역 평균 강수량
 - 산술평균법
 - 티센 다각형법
 - 등우선법



임도의 배수시스템_설계

❖ 유출량

- 실제 배수관에서 처리해야 할 유량
- 설계홍수량 : 유출량이 최대가 될 때의 양

❖ 유출량의 계산

- 미계측 유역의 유출량 계산
 - 유출계수에 의한 유출량의 계산; 합리식
- 계측 유역의 유출량 계산
 - 표준유출법
 - 수문곡선추적법



임도의 배수시스템_설계

❖ 침두유량

- 최대치의 개념 : 최대 강수량을 이용한 최대 홍수량
- 최적치의 개념

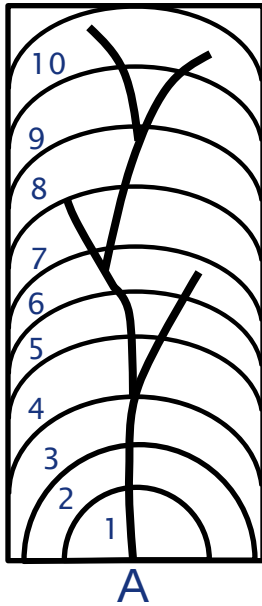
❖ 침두유량의 기준인자

- 확률강우
- 유역면적
- 유출계수
 - 획일적인 적용
 - 수정값을 적용하거나 표준유출법, 수문곡선 적용



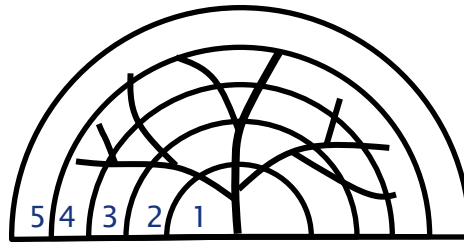
임도의 배수시스템_설계

10시간



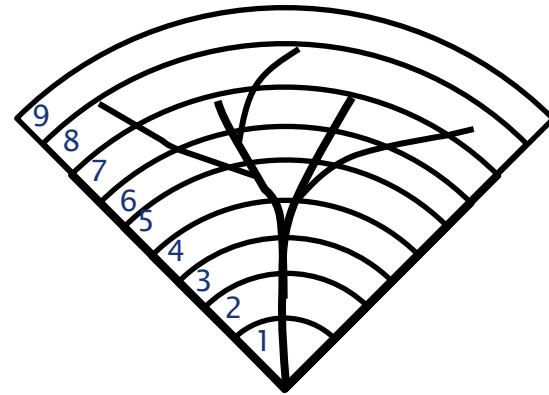
A

4시간



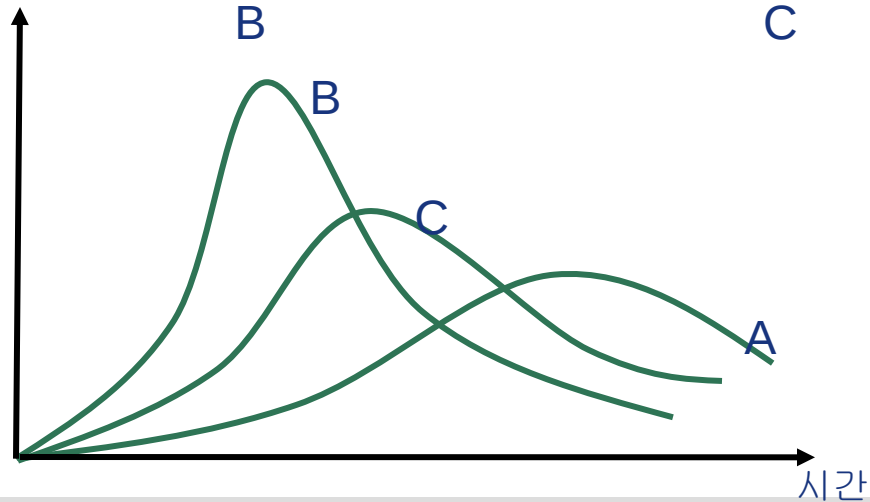
B

8시간



C

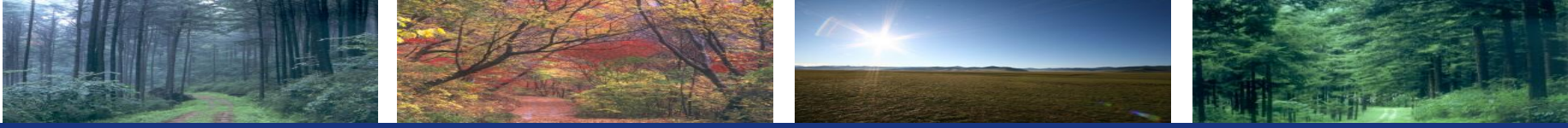
유출량





임도의 배수시스템_설계

- ❖ 침두유량이 발생하지 않는 경우
 - 강우지속시간이 도달시간보다 짧을 경우
- ❖ 침두유량이 발생하는 경우
 - 강우지속시간이 도달시간을 초과하는 경우
- ❖ 강우도달시간
 - 배수지점으로부터 가장 먼 곳까지의 거리/평균유속
 - 유입시간 + 유하시간
- ❖ 강우강도 : 강우도달시간을 고려한 확률강우



임도의 배수시스템_설계

❖ 배수시설 규격 산정

■ 합리식

- Mulvaney(1850)에 의해 개념 제시

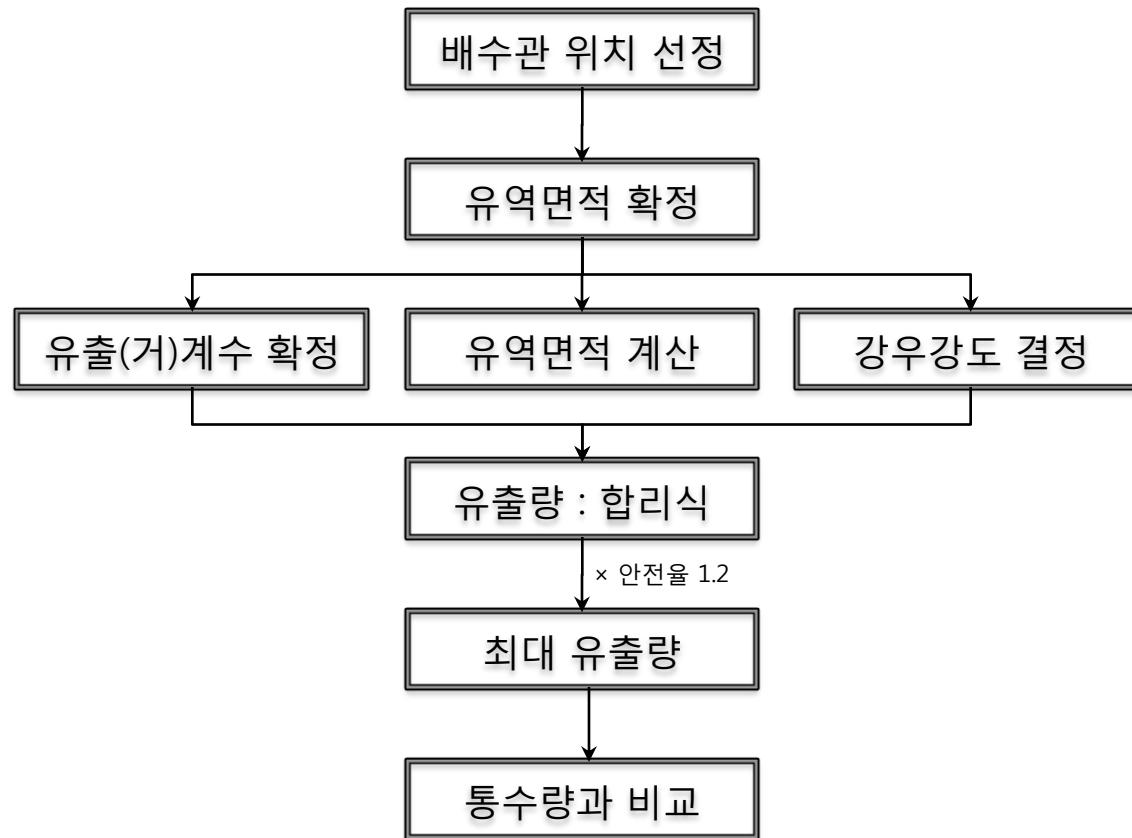
– 유출량 $Q = 0.2778CIA$

– Q : 유출량(m^3/sec), C : 유출계수, I : 강우강도(mm/hr), A : 유역면적(km^2)





임도의 배수시스템_설계





임도의 배수시스템_설계

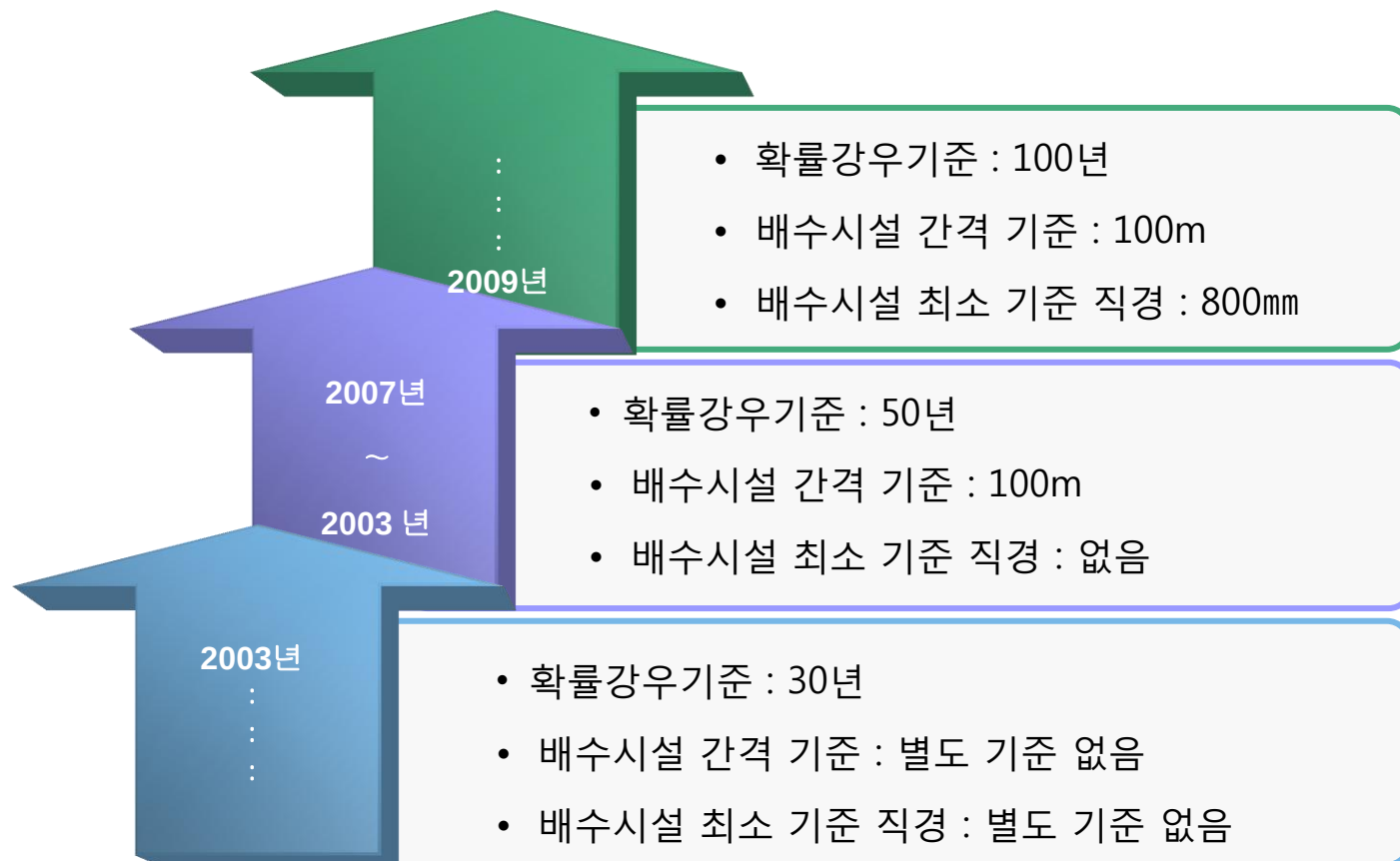
❖ 유출계수의 선정

토지이용		C	토지이용				C
상업지역	도심지역	0.70~0.95	잔디	사질토	평탄(2% 이하)		0.05~0.85
	근린지역	0.50~0.70			보통(2~7%)		0.10~0.25
주거지역	단독주택	0.30~0.50			중토	급경사(7% 이상)	
	독립단독주택	0.40~0.60		평탄(2% 이하)		0.13~0.17	
	연립주택단지	0.60~0.75		보통(2~7%)		0.18~0.22	
	교외지역	0.25~0.40		급경사(7% 이상)		0.25~0.35	
아파트		0.50~0.70		나지	평탄한 곳		0.30~0.60
			거친 곳		0.75~0.85		
	산업지역	산재 지역	0.50~0.80	농경지	사질토	작물 있음	0.30~0.60
밀집 지역		0.60~0.90	작물 없음			0.75~0.85	
공원, 묘역		0.50~0.80	경작지		중토	작물 있음	0.20~0.40
운동장		0.60~0.90				작물 없음	0.75~0.85
철도 지역		0.50~0.80			관개중인 답		0.70~0.80
미개발 지역		0.60~0.90	초지		사질토		0.15~0.45
도로	아스팔트	0.70~0.95			중토		0.05~0.45
	콘크리트	0.80~0.95	산지	급경사 산지		0.40~0.80	
	벽돌	0.70~0.85		완경사 산지		0.30~0.70	
차도 및 보도		0.75~0.85					
지붕		0.75~0.95					



임도의 배수시스템_설계

❖ 확률강우 기준의 강화(임도 배수시설물)





임도의 배수시스템_설계

❖ 강우강도식 선정

- Talbot형

$$I(t) = \frac{a}{t+b}$$

- Sherman형

$$I(t) = \frac{a}{t^n}$$

- Japanese형

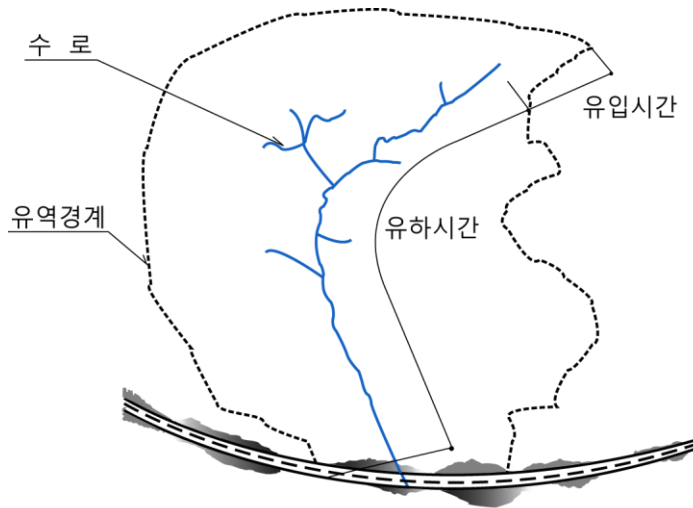
$$I(t) = \frac{a}{\sqrt{t+b}}$$

- $I(t)$: 지속시간에 따른 강우강도, t : 지속시간, a, b, n : 지역상수

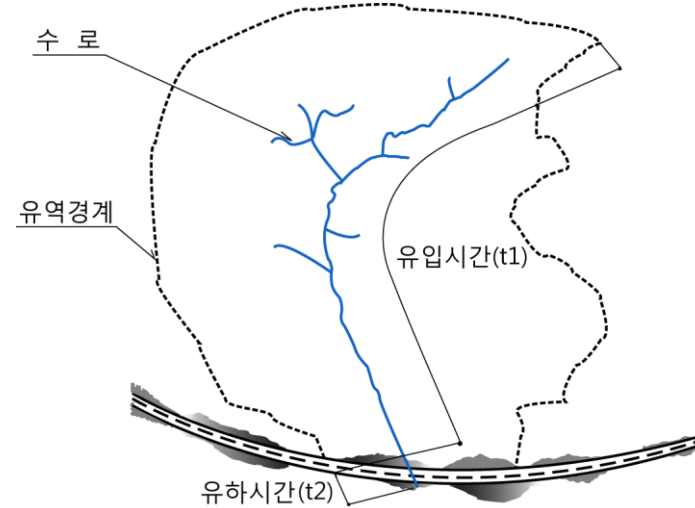


임도의 배수시스템_설계

❖ 도달시간 식 선정



수로 및 하천에서의 도달시간



횡배수 암거에서의 도달시간



임도의 배수시스템_설계

❖ 배수관 통수직경 산출

■ 통수량

$$Q = A \times V$$

- Q : 통수량(m^3/sec), A : 수로단면적(m^2), V : 유속(m/sec)

■ 배수관 유속(manning식)

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}}$$

- V : 유속(m/sec), n : 조도계수, R : 경심, I : 수로경사도(m/m)



임도의 배수시스템_설계

- 배수관 통수직경 산출

$$D = \left(\frac{4^{\frac{5}{3}} \times n \times Q}{\pi \times \sqrt{I}} \right)^{\frac{3}{8}}$$

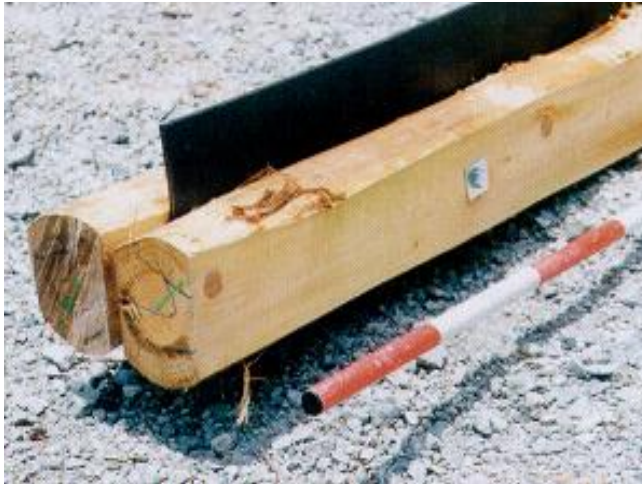
- 배수관의 최소직경

$$D_{\min} = \sqrt{\frac{5}{4}} D$$

- D : 배수관 통수직경, $D_{\min}$: 통수단면적을 80%로 적용시 배수관의 최소직경



임도 배수시설 개선방안





임도 배수시설 개선방안

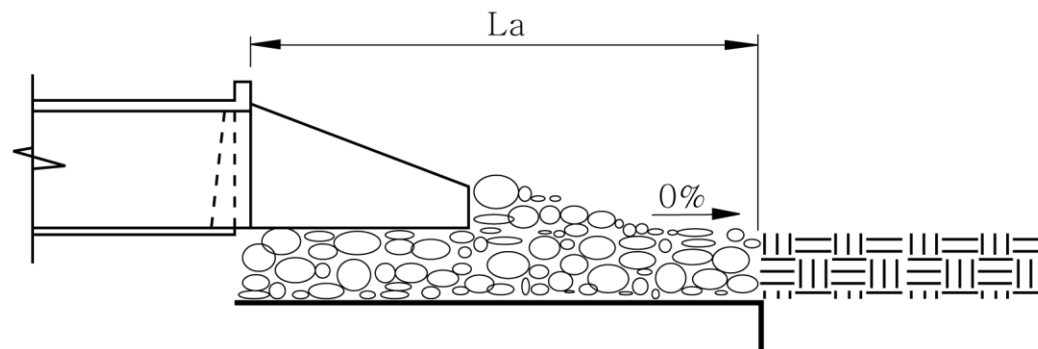
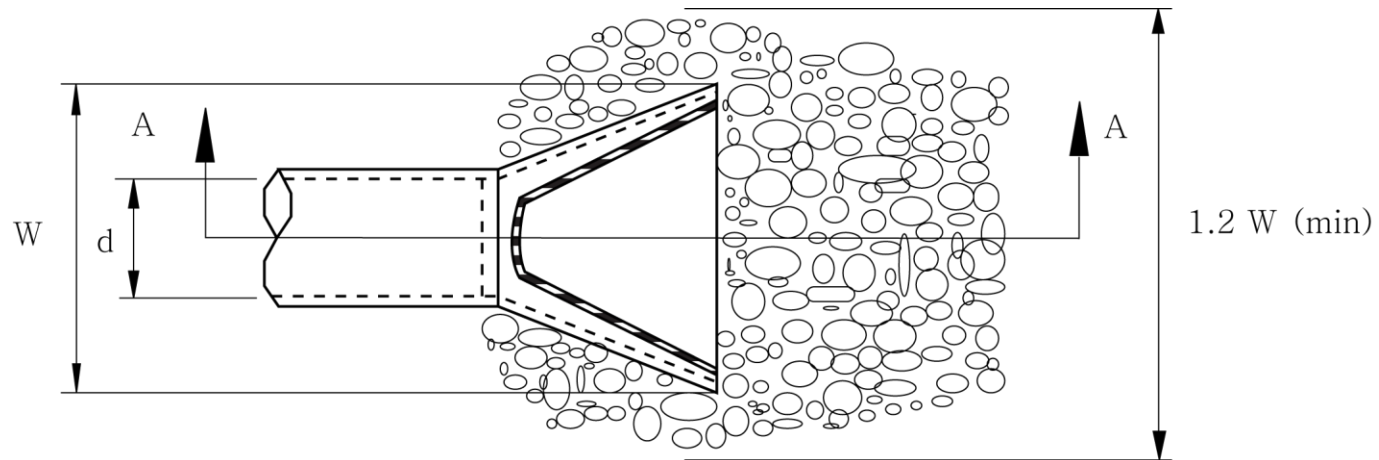
❖ 배수시설의 부대시설에 대한 기준 정립

- 도수로의 부실한 시공으로 인한 피해가 큼
- 도수로의 기준 제시 필요





임도 배수시설 개선방안



감사합니다!

