

토석류 재해조사법의 제안(II)

The Proposal of Debrisflow Investigation(II)

정진영¹⁾, JinYoung Jung, 장범수²⁾, Buhm-Soo Chang, 이왕곤³⁾, Wang-Gon Lee, 신창건⁴⁾, Chang-Gun Shinn, 박철희⁵⁾, Cheol-Hee Park

- 1) 한국시설안전공단 기술개발팀 연구원, Researcher, Technology Development team, Korea Infrastructure Safety Corporation
- 2) 한국시설안전공단 기술개발팀 팀장, Team Leader, Technology Development team, Korea Infrastructure Safety Corporation
- 3) 한국시설안전공단 기술개발팀 과장, Manager, Technology Development team, Korea Infrastructure Safety Corporation
- 4) 한국시설안전공단 기술개발팀 차장, Vice Director,, Technology Development team, Korea Infrastructure Safety Corporation
- 5) 한국시설안전공단 기술개발팀 연구원, Researcher, Technology Development team, Korea Infrastructure Safety Corporation

SYNOPSIS : The damage by Debrisflow is occurring repeatedly recently by influences of abnormal climate changes. To reduce damage of Debris flow, primarily establishes the suitable measures and apply, in order to do that it is important for investigate the actual condition of Debrisflow. However, it is difficult to understand the current situation of Debrisflow phenomenon because the limit of technical development. For the reduce damage by future Debrisflow, have to collect data, analysis and preservation base on real status of Debrisflow disasters. This paper will refer to The Proposal of Debrisflow Investigation development have been applied overseas to the The Proposal of Debrisflow Investigation which already proposed it at these papers with bases. And this paper will suggest currently face objective The Proposal of Debrisflow Investigation to be able to do utilization to a Debrisflow occurrence situation and state and further study analysis(2).

Keywords : Debris Flow, Disaster Prevention, landslide, Monitoring, Standard

1. 서 론

최근 이상 기후의 영향으로 토석류에 의한 피해가 반복하여 발생하고 있다. 이러한 토석류 피해를 줄이기 위해서는 우선적으로 토석류에 대비할 수 있는 적절한 대책을 수립·적용해야 하는데, 대책마련을 위해서는 무엇보다도 먼저 토석류 실태를 파악하는 것이 중요하다. 그러나 현재의 기술 발달 수준에서는 토석류가 발생하는 현상 그 자체를 파악하는데도 어려움이 있는 만큼, 향후의 토석류 재해에 의한 피해를 방지 또는 경감하기 위해서 실제 발생한 토석류에 관해 조사 자료를 수집·분석·보존하는 것이 무엇보다도 중요하다고 할 수 있다.

기 제안된 토석류 재해 조사법의 제안(2009 최희림 외.)에서는 토석류의 정의 및 토석류 재해조사 전 준비사항, 유역조사, 기존 시설물 및 지정지 관계조사, 재해 상황조사, 토석류 발생 상황조사, 토석류 퇴적 상황조사, 토석류 피해 상황조사에 대하여 거론하였다. 본 논문에서는 기 제안한 토석류 재해 조사법을

기본으로 최근의 국내외 연구 동향을 반영하여 토석류 재해 조사법에 대한 현재의 토석류 발생 양상과 실태 및 향후 연구 분석에 활용 할 수 있는 객관적인 토석류 재해 조사법(Ⅱ)에 대하여 제안하고자 한다.

2. 토석류 발생 현상과 관계되는 기초적인 자료 수집을 위한 조사

토석류가 발생한 후 기초적인 자료 수집을 위한 조사 사항으로는 유역조사, 기존 시설물 및 지정지 관계조사, 재해 상황조사, 토석류 발생상황 조사, 토석류 유하상황 조사, 토석류 퇴적상황 조사 등이 있다. 기 제안된 토석류 재해 조사법의 제안(2009 최희림 외.)에서 유역조사, 기존 시설물 및 지정지 관계조사, 토석류 재해상황 조사, 토석류 발생상황 조사, 토석류 퇴적상황 조사, 토석류 피해상황 조사방법에 대하여 설명하였다. 토석류 재해 조사법의 제안(Ⅱ)에서는 기 제안된 토석류 재해 조사법 내용을 포함하여 토석류 재해형태에 따른 조사방법, 유하상황 조사에 대하여 제안하고자 한다. 그리고 토석류 퇴적사항 조사 항목에서는 퇴적부의 지형적 특징과 퇴적부의 조사 항목을 제외한 재해를 입은곳의 지형, 퇴적부의 경사, 가옥이 무너진 지점의 경사를 조사하는 방법에 대하여 자세히 제안하였다. 또한 토석류 발생상황 조사 방법 중 토사 유출의 원인과 붕괴상황 조사방법, 토사가 발생하는 부분의 입도조사 방법에 대하여 제안 하였다. 위와같이 토석류가 발생한 후 기초적인 자료 수집을 위한 조사사항에 대하여 설명하기 이전에 토석류 현상과 관계되는 항목을 살펴보고자 한다.

토석류에 의한 재해가 발생하는 것을 방지하기 위해서는 적절한 방재대책이 필요하며, 적절한 방재 대책을 수립하기 위해서는 이미 발생한 토석류에 대한 조사와 함께 토석류가 발생할 수 있는 지역에 대한 조사가 필요하다. 토석류 재해조사에는 방재대책 수립에 필요한 기본적 항목에 대한 조사와 토석류 현상에 대한 원인 및 발생 매카니즘에 대한 연구를 수행하기 위한 항목에 대한 조사가 있다. 기본적인 조사 항목은 토석류 재해 조사법의 제안(2009 최희림 외.)을 참고하기 바람에 본 논문에서는 토석류 현상과 관계되는 항목들을 설명하고자 한다.

토석류의 현상과 관계되는 항목들은 다음과 같다.

1. 산중턱 비탈면에서 비와 눈에 의한 토사붕괴로 인해 토석류 발생이 일어날 수 있으며 이때 토석류에 영향을 미치는 인자로는 붕괴부 경사와 붕괴된 흙의 양이다.
2. 계곡바닥에서 퇴적물로 인하여 발생한 토석류 현상으로는 대표적으로 두가지가 있다. 첫째 계곡 바닥의 퇴적물의 미끄러짐 또는 강한 침식현상으로 토석류 발생이 있으며 이때는 계곡바닥의 경사, 계곡에 퇴적된 토사의 양, 토석류의 재료등이 토석류에 영향을 끼치는 인자로 작용을 한다. 그리고 계곡 바닥의 퇴적유동현상에 토석류가 발생하기도 하며 이때 영향을 끼치는 사항으로는 만곡각, 강의 폭과 경사가 그 원인이 된다.
3. 하천입구 및 산상지에서 발생한 토석류 현상은 토석류 퇴적물에 의해 정지, 퇴적, 2차 침식현상이 일어날 수 있으며 이때 퇴적부의 강폭, 경사, 분산된 각도, 퇴적된 토사의 양, 퇴적면적, 퇴적깊이, 최대 퇴적폭, 최적깊이 등이 토석류 발생에 영향을 미친다.

그리고 전역에 걸쳐서는 최대 입경, 평균입경, 강의 길이, 높이비교, 유역 면적등이 토석류 발생에 영향을 미친다. 이상 토석류 현상과 관계되는 항목들에 대하여 설명 하였으며, 그 외 조사 항목들에 대해서는 다음과 같이 제안하겠다.

3. 토석류 재해형태에 따른 조사방법

토석류 재해상황 조사 방법으로는 재해의 형태, 재해 발생 시각, 이상기상명, 유량등의 조사가 이루어

져야 한다. 기 제안된 토석류 재해 조사법의 제안(2009 최희림 외.)에서는 재해의 형태에 대한 조사를 간략히 소개한바 있다. 본 논문에서는 재해상황 조사시 중요한 재해 형태에 대하여 판정하는 방법에 대하여 제안하겠다.

먼저 토석류가 발생하게 되면 그 재해 형태가 토석류에 의한 재해인지, 토사류에 의한 재해인지를 판단하여 조사를 실시하여야 한다. 재해 발생시에 토사의 흐름이 토석류의 흐름인지 토사류의 흐름인지 판정하는 방법은 최대입경에 의한 판정 방법과 퇴적구조에 따른 방법이 있다.

(가) 최대입경에 의한 판정: 어느 지점에 존재하는 큰 암석 등이 소류력에 의해 운반되어진 것인지를 조사하여 토석류 여부를 판정한다.

1. 재해를 발생시킨 강우의 침투유량 $Q_p(m^3/sec)$ 또는 최고 수위 $H(m)$ 를 구한다. 이때 강우자료, 토석류의 발생시각에 대해서는 강우 상황을 참고한다.
2. 다음은 해당 지점 부근의 재해 후의 강폭 $B(m)$, 계상경사 I 를 측정한다.
3. 이상으로부터 식 $U_{*2} = g \times H \times I = g \left(\frac{Q_p \cdot n}{I^{1/2} \cdot B} \right)^{3/5} \cdot I$ 를 이용해 소류력을 계산한다.
4. 한계소류력 U_{*c2} 는 자갈 크기 조사로부터 얻은 $d_{max}(cm)$ 를 이용하여 U_{*c2} 를 계산한다.
5. $U_{*c2}/U_{*2} \geq 2$ 의 경우를 토석류라고 한다.

(나) 퇴적구조에 따른 판정: 토석류에 의한 퇴적인지 여부를 토사의 퇴적구조로부터 판정하는 방법으로는, “명확한 토석류는 퇴적토가 존재하고 큰 자갈 등을 포함한 퇴적물에 층상구조가 없는 것”으로 한다. 단, 붕괴잔적토와 구분하기 위해 토석류로서 유하한 구간이 토석류 퇴적 길이의 5배 이상 되는 것으로 한다. 토석류 및 토사류의 퇴적특징은 <표 1>과 같이 정리 할 수 있다.

표 1. 토석류 및 토사류의 퇴적 특성

구 분		특 징
토석류		<ul style="list-style-type: none"> · 선단에 큰 자갈 또는 아주 큰 자갈이 존재함 · 가로축 중심부에서는 불룩하게 높아짐 · 상류에서 하류로 흘러온 흔적이 있음 · 두껍게 퇴적됨
토사류	토사류	<ul style="list-style-type: none"> · 물의 영력이 탁월하기 때문에 층상강조 현상이 보이는 경우가 많음 · 최대입경 1.0m~1.5m 정도의 자갈이 흩어져 있지만, 대개는 세립물질이 많음 · 분포범위가 넓음
	홍수류	<ul style="list-style-type: none"> · 비교적 입도분포가 균일하고, 퇴적면의 경사는 완만함 · 층의 두께는 얇고, 넓게 분포되어 있음

4. 토석류 발생 상황 조사

4.1 토사유출원인

다음과 같이 토사유출의 원인은 기 제안된 토석류 재해 조사법(2009 최희림 외.)에서와 같이 크게 세가지의 원인을 말할 수 있다. 먼저 붕괴토사가 그대로 토석류로 바뀐것, 붕괴토사가 일시적으로 하천을

막아 천연댐을 만들고 이 천연댐이 무너져 토석류가 된 것, 계상퇴적물의 이동에 의한 것이 토사유출의 가장 큰 원인이다. 위와 같이 3가지의 토사유출 원인도 있지만 실제 토석류 현장에서는 붕괴와 계상세굴이 동시에 발생 하고 있어 반드시 위의 분류에 들어맞지 않는 복합형도 볼 수 있다. 기 제안된 토석류 재해 조사법의 제안(2009 최희림 외.)에서 위와같은 내용들에 대해 설명을 하였고 그 중 계상퇴적물의 이동에 의한 토석류의 발생구역은 계상경사가 15°~20°이상 (일반적으로는 20°이상 이지만, 15°~20°구간에서도 토석류가 발생할 가능성이 있음)으로 되어 있어 계상경사 15°이상인 영역을 조사 할 것을 추천한다.

하지만 후속류에 의한 계상세굴은 좀 더 낮은 경사영역까지 조사한다. 실제로 1976년 9월 일본의 쇼우도(小豆島)섬의 토석류 재해에서는 계상의 세굴이 10°부근에서 발생한 예도 있다.

다음은 토석류에 대해서 붕괴토사에 의한 토사재해와 계상침식에 의한 토사재해의 예이다



그림 1. 붕괴토사에 의한 토사재해의 예

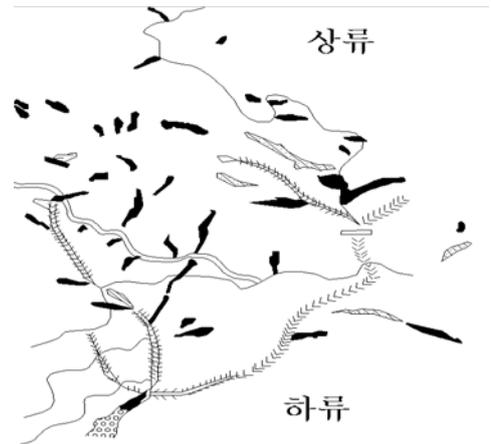


그림 2. 계상침식에 의한 토사재해의 예

4.2 붕괴상황조사

붕괴상황조사에 대한 기본적인 사항은 토석류 재해 조사법의 제안(2009 최희림 외.)에 수록되어 있으며, 기 제안된 사항에 추가하여 붕괴상황조사 방법에 대하여 제안하겠다. 조사항목은 계곡의 명칭, 수계의 명칭, 유역면적, 조사일자, 규모, 붕괴토량, 잔적토량, 유출토사량, 지질, 경사, 용수의 유무, 형상등이 있다. 산허리붕괴와 계안(계곡기슭)붕괴의 구별, 규모(평균폭 m, 평균길이 m, 면적 m², 평균깊이m), 붕괴토량 (m³), 잔적토량(m³), 유출 토사량(m³), 확대 예상량(m³), 토량(m³), 붕괴전 산허리경사, 붕괴후 산허리 경사, 형상 등을 조사한다. 단, 확대예상량은 추정에 따른다. 조사의 단위로서는 폭, 길이, 깊이는 소수점 첫째 자리까지 기입하며 단위는 m 이다. 경사도 소수점 이하 첫째자리로 한다. 현장 조사, 재해 전후의 항공 사진의 비교, 지형도(재해 전 지형의 추정)를 조사한다.

참고(1) : 평균 붕괴 깊이는 현장조사에 의해 주변의 지형으로부터 추정하며 붕괴 전의 지형은 붕괴 전의 지형도·사진으로 부터 추정한다. 붕괴지의 하부에 유목과 함께 잔토가 남아 있는 경우가 있으므로 이것들로부터 붕괴 깊이를 추정할 수 있는 경우도 있다.

참고(2) : 붕괴 잔적토의 양은 붕괴 확대 예상량과 함께 향후 토석류의 토사원이 되므로 토석류 대책에 있어 중요한 자료가 된다.

참고(3) : 붕괴 확대 예상량은 재해로 발생한 붕괴지가 다음에 발생하는 강우에 의해 어느 정도 확대되는 지를 추정하는 것으로 지질·지형 등 많은 인자에 의해 규정되기 때문에 일반적인 조사기법은 확립되어 있지 않다.

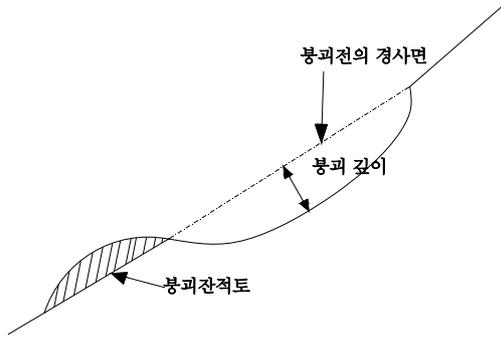


그림 3. 붕괴모식도그림



그림 4. 토석류 발생시 산허리에 많은 붕괴가 발생

4.3 토사가 발생하는 부분의 입도조사

토사가 발생하는 부분에서 토사의 입도를 조사 하는 것은 발생한 토석류의 특성을 검토하기 위한 자료가 되는 매우 중요한 조사항목으로 입도분포곡선의 작성, 최대입경, 평균입경 등이 있다. 최대 및 평균입경은 cm 단위로 소수 첫째자리까지 기입한다. 토석류 재해지에서 토사의 입도분포를 아는 것은 토석류 대책 공법, 예를 들어 토석류 대책용 사방댐 등에 있어 설계조건으로서 충격력 추정에도 도움이 되고 토석류의 유하상황 추정에도 유용한 자료가 된다.

조사 항목으로 퇴적물의 입도분포, 최대입경, 평균입경을 조사한다. 입도를 조사할 경우 한 지점의 자료가 전체 토석류 퇴적물을 대표하는 것이 아니므로 토석류의 선단부, 중간부, 말단부의 각 지점에서의 입도 조사가 필요하다<그림 5>.

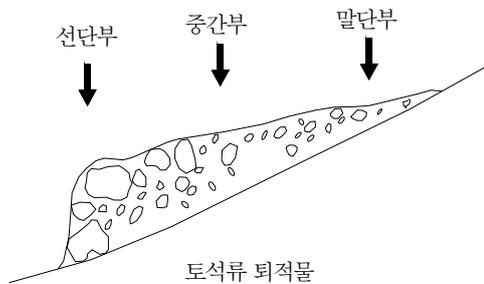


그림 5. 입도조사를 하는 지점

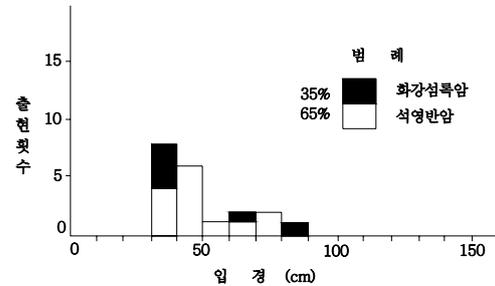


그림 6. 입도분포 조사 예

재해 후 퇴적 토사를 제거하는 작업(복구 작업)을 실시할 때 토사의 입도를 조사해 보면 수직갱굴착을 하지 않고 입도분포곡선을 얻을 수 있다. 간이법(최대 입경 조사)에 의한 방법은 ① 계곡바닥에 있는 20cm 이상의 자갈을 전부 측정하여 입도분포의 50%값을 최대입경으로 한다. 조사구역은 <그림 8>에서 표시한 구역으로 한다.

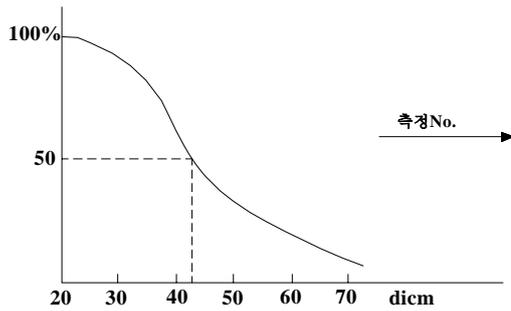


그림 7. 최대입경(표면조사)의 원리

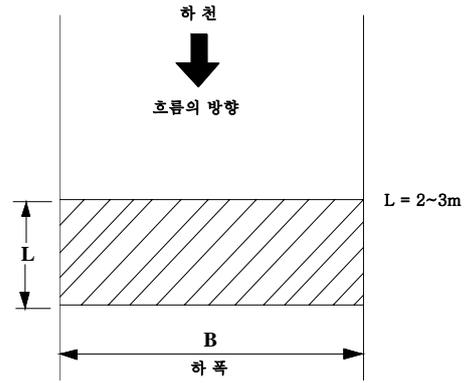


그림 8. 조사구역

② 조사지역 부근에 있는 가장 큰 자갈을 조사해야 하지만 토석류 인지 여부 판정에 이용하는 경우, 최대자갈의 지름으로부터 얻어진 최대역경을 $D_{max}(cm)$ 로 하면, 계산에 사용하는 최대역경 $d_{max}(cm)$ 는 $d_{max} = \frac{D_{max} + 20}{2}(cm)$ 로 나타낼 수 있다 또한, ②의 방법을 이용하는 경우에는 ①의 방법이나 전수 조사법의 결과와 비교, 검토 후 이용하는 것이 좋다. 특히 측방에서 이동했다고 생각되는 자갈은 조사에서 제외하도록 한다.

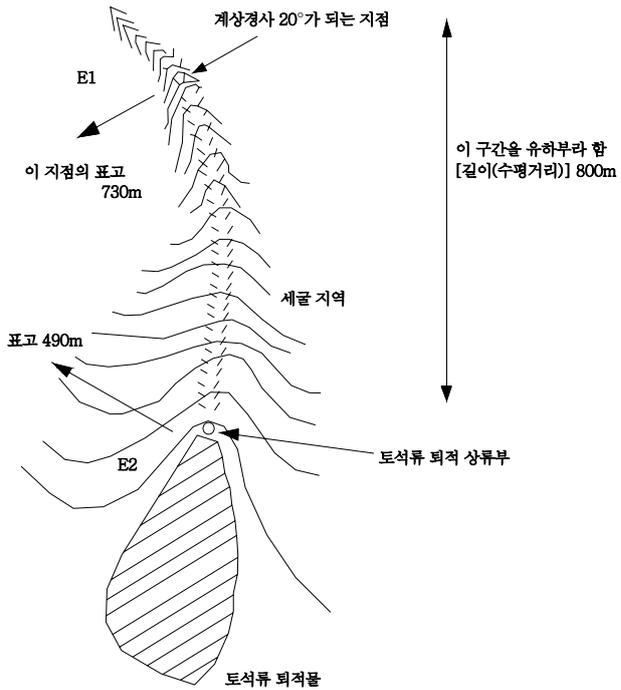
5. 토석류 유하상황 조사

5.1 유하상황

토석류 재해가 발생한 이후 토석류의 유하상황을 조사하는 것은 어렵지만, 주민 중에 우연하게 사진 등을 찍은 사람이 있거나, 광경을 직접본 목격자에게서도 유익한 자료를 얻을 수 있다. 토석류의 유동 상황을 캠코더나 카메라의 동영상 촬영 기능을 사용하여 기록할 수 있었다고 하면 이러한 자료들의 해석을 통해 의해 유속, 수위, 자갈 등의 이동속도와 방향, 흐름의 성질 등을 파악 할 수 있다.

5.2 유하부 평균경사

토석류 발생구역의 하류단에서 토석류 퇴적 상류단까지 평균 경사(고저차/수평거리, 소수 첫째자리 까지 기입)를 조사한다. 토석류 퇴적 상류단은 비교적 정확하게 판단할 수 있지만, 발생구역에서 하류단을 판단하는 것은 어렵다. 붕괴가 원인인 토석류의 경우는 붕괴말단, 댐 성토가 원인인 토석류의 경우에는 댐 성토 지점을, 그리고 계곡바닥 침식이 원인인 토석류의 경우는 계곡바닥에서 토석류의 발생 지점으로 가정되는 지점 또는 계곡바닥 경사가 15°인 지점을 조사위치로 선정한다. 이렇게 조사된 유하부 평균경사는 토석류의 유하속도나 퇴적구역에 관계하는 인자로서 매우 중요하다.



이 경우 유하부 평균 구배는 $\frac{E1 - E2}{L} = \frac{730 - 490}{800} = 0.3(16.7\%)$ 이다

그림 9. 유하부 평균경사 예

5.3 토석류 유하 폭

토석류의 규모를 추정하기 위한 기초자료로서 토석류의 유하 폭을 조사한다. 토석류의 유하 폭은 일정하지 않겠지만 몇 개 단면에 대한 평균적인 값을 조사하여 기입한다. 단, 급곡부, 경사변화점 등에서는 반드시 토석류 전체 유하부에서의 흐름에 대한 유하 폭을 대표할 수 없으므로 유하부 평균 폭의 측정치로 하지 않는다. 이때 조사 단위는 m로 한다.

5.4 재해전 계류(하천) 폭

재해전의 계류 폭을 알면 재해 후의 강폭 및 단면과 비교해 유하한 토사량을 추정할 수 있다. 단위는 m로 한다. 현장조사 시 이번 재해로 세굴 된 곳과 재해 전 지반이 남아 있는 곳의 경계를 먼저 찾아 주위 지형과 식생상황으로부터 재해전 지반의 하상과 하폭을 추정한다. 재해 전의 강바닥 형상을 알면 재해 후의 강바닥 형상과 비교하여 세굴 혹은 퇴적 양의 파악이 가능하다.

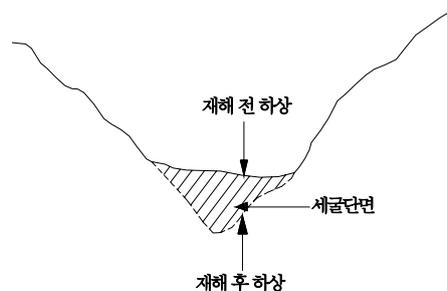


그림 10. 단면을 계류를 따라 구간별로 조사를 실시하면 세굴량 또는 퇴적량 파악 가능

5.5 만곡도

토석류는 직진성이 있기 때문에 하도의 만곡이 크면 토석류가 정지하는 효과가 있다. 여기에서 만곡도 <그림 11> 만곡각 θ (단위는 도, 소수점 첫째자리까지 기입)와 곡률반경 r 을 조사한다.

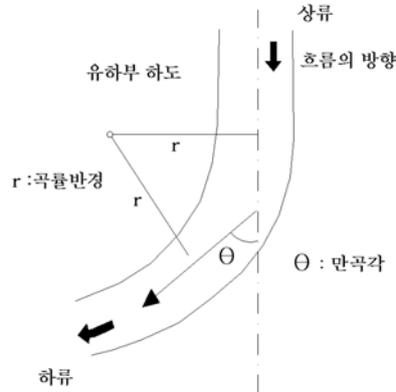


그림 11. 만곡각의 정의

5.6 유하부 계상의 상황

계상의 세굴·퇴적 상황이나 식생 상황 등을 조사하고 토석류의 흐름 상황을 파악한다. 특히, 어느 지점이 세굴되어 어느 지점에서 퇴적되고 있는지를 파악하는 것은 계상경사, 계상종단형의 특성(예를 들면 경사 변화점, 폭포의 존재 등), 횡단형의 특성(예를 들어 강폭의 변화 등), 평면적특성(만곡 등)과 어떠한 관계에 있는지를 판명해 향후 토석류 대책에 유용한 자료로 쓸 수 있다. 식생의 존재 상태나 식생이 피해를 입은 형태(예를 들어 뿌리째 뽑힘, 일부는 남음, 쓰러짐)를 조사하면 토석류가 어디에서 어떻게 유하했는지를 추정하는 것이 가능하다.

6. 토석류 퇴적상황 조사

기 제안된 토석류 재해 조사법의 제안(2009 최희림 외.)에서는 퇴적부의 지형적 특징조사와 퇴적부의 조사 항목으로 최대 퇴적폭과 분산각, 퇴적길이조사, 퇴적깊이(두께), 입도조사, 유목에 대한 조사에 대한 조사 방법을 소개하였다. 본 논문에서는 기 제안된 내용을 참고하여 추가적으로 재해를 입은 곳의 지형에 대한 조사와 퇴적부의 경사, 퇴적부 경사의 개념도와 함께 가옥이 무너진 지점에 대한 조사 방법에 대하여 설명하겠다.

6.1 재해를 입은 곳의 지형(선상지형이나 곡저평야)

퇴적부까지 유하해 온 토석류는 정지·퇴적을 하는데 그 퇴적범위(퇴적길이나 퇴적 폭)는 유하해 오는 토석류의 양 및 후속류의 양과 지속시간 등의 요인 이외에도 퇴적장이 되는 지형도 하나의 요인으로 작용한다. 재해와 관련 있는 지형을 분류하면 크게 선상지형과 곡저평야형으로 나눌 수 있다. 선상지형으로는 선상지대에 작거나 혹은 적당하거나, 큰 유로가 있는 경우에 재해와 관련이 있는 지형으로 간주한다. 또한 곡저 평야의 경우에는 높이가 충분히 있는 경우와 없는 경우의 차이에 따라 구분을 한다.

재해지에서는 위에서와 같이 선상지형과 곡저평야로 지형분류를 하고 지형평면도에 토석류·토사류

퇴적 범위를 조사한다. 토석류나 토사류의 범람·퇴적구역과 그 개시점, 천정천(天井川: 하천 바닥이 주변 지형보다 높은 하천)인 지점, 예전의 하천, 단구, 언덕 등의 지형적 요인과의 관계를 조사하면 향후 위험 구역을 설정할 때 기초 자료가 된다.

6.2 퇴적부의 경사

토석류의 계상경사가 어느 정도의 지점까지 유하 했는지는 토석류가 퇴적한 장소의 재해 전 계상 경사와 재해 후의 토석류의 퇴적경사를 조사하면 알 수 있다. 퇴적부의 재해 전 계상경사는 퇴적을 개시한 지점의 경사, 퇴적 말단점의 경사 및 토석류 퇴적부 모든 지역의 평균경사를 조사하며, 단위는 도(°), 소수 첫째 자리까지 기입한다. 재해 후 퇴적경사는 퇴적부에서 경사변화가 있으면 이것을 구분하여 조사한다. 또한 토석류가 퇴적을 개시한 지점의 상황(하상경사, 경사변화, 하폭변화 등)을 조사한다.

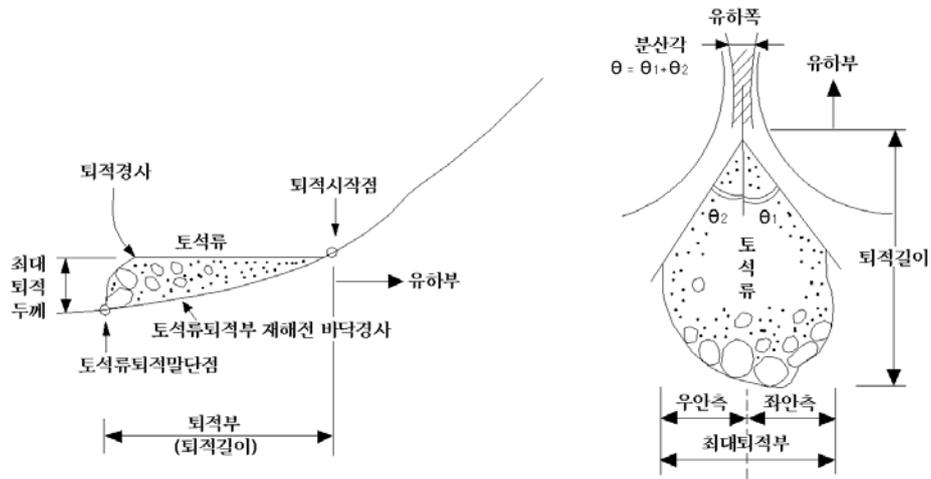


그림 12. 토석류 퇴적부 조사의 개념도

6.3 가옥이 무너진 지점의 경사

토석류에 의하여 파괴된 가옥의 위치와 그 지점의 기울기를 조사하여 토석류의 기세가 강한 구역의 범위를 검토한다. 또한 완파된 가옥이 있는 부근의 평균 기울기(100~200m의 기울기)를 구한다. 가옥이 파괴된 위치를 평면도에 도시화하고, 하천 출구 등으로부터의 거리를 검토하면 위험 구역 설정 시 유의한 자료가 된다.

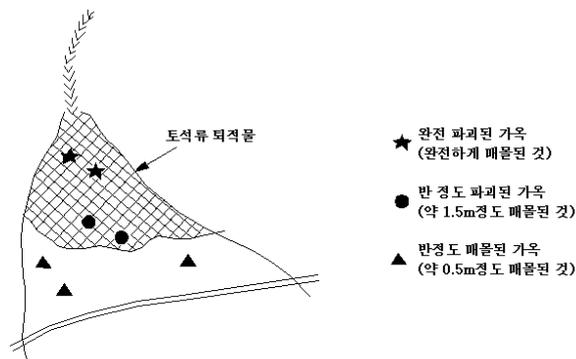


그림 13. 가옥과 토석류의 피해상황 관계 모식도

그 외 최대 퇴적폭과 분산각, 퇴적길이, 퇴적깊이, 입도 및 유목에 대한 조사, 피해상황 조사는 토석류 재해 조사법의 제안(2009 최희림 외.)을 참고하기 바란다.

7. 결론

본 연구는 “토석류 재해저감을 위한 시설기준 및 제도개선(Ⅱ)”을 위한 연구 중 총 연구기간 5년 중 2차년도 과제종료 시점에서 연구수행 과정 중에 이루어진 성과를 정리 및 분석 한 것이다. 토석류 재해 조사법의 제안(2009 최희림 외.)에서는 토석류의 정의, 토석류 재해 조사전 준비사항, 유역조사, 기존 시설물 및 지정지 관계조사, 재해상황조사, 유량조사, 토석류 발생상황조사, 토석류 퇴적상황조사, 토석류 피해상황 조사등에 대하여 제안하였으며 기 제안된 내용을 바탕으로하여 추가적으로 토석류 재해형태에 따른 조사방법, 유하상황 조사에 대하여 제안하였다. 그리고 토석류 퇴적사항 조사 항목에서는 퇴적부의 지형적 특징과 퇴적부의 조사 항목을 제외한 재해를 입은곳의 지형, 퇴적부의 경사, 가옥이 무너진 지점의 경사를 조사하는 방법에 대하여 자세히 제안하였다. 또한 토석류 발생상황 조사방법 중 토사 유출의 원인과 붕괴상황 조사방법, 토사가 발생하는 부분의 입도조사 방법에 대하여 제안 하였다. 각 제안된 조사 방법들은 몇가지 실제 예를 바탕으로 설명을 하였다. 차후 추가적인 연구를 통하여 좀 더 자세하고 객관적인 조사방법 등을 제안하고자 한다.

감사의글

본 연구는 한국건설교통기술평가원의 지역기술혁신사업 연구과제인 “토석류 재해저감을 위한 시설기준 및 제도개선(과제번호: 08지역기술혁신 B-01)”의 지원으로 수행되었으며 연구비 지원에 감사드립니다.

참고문헌

1. 최희림외(2009) 토석류 재해 조사법의 제안, 한국지반공학회 봄학술발표회, pp.1100~1106 pp.21~31
2. 이왕곤외(2009) 국내 산악지역 토석류 피해사례 및 조사기법에 관한 연구(I) 사면안정 학술발표회, pp.181~189
3. 건설교통부(2006), 건설공사 비탈면 설계기준
4. 국립방재 연구소(2001), 재해취약시설 점검기준
5. 국립방재 연구소(2004), 토석류의 발생작용 및 저감대책에 관한 연구
6. 김경석, 장현익, 유병옥(2007), 고속도로 토석류 피해저감을 위한 대책 연구
7. 김지태(2007), 대만의 토석류 재해 대응방안, 한국방재학회지, v.7 no.2, pp.81~86
8. 조홍동(2007), 최근 국내 토석류의 발생과 방재대책, 한국지반환경공학회, 제8권 제3호, pp. 6~10
9. 砂防・地すべり技術センター 山海堂(1980), 対策のための 土石流災害調査法
10. 國土交通省(2008), 地すべり防止技術指針
11. 國土技術政策綜合研究所(2007), 土石流・流木對策設計技術指針
12. Debris Flow and Disaster Prevention, Tsukuba, Japan, pp.433~438
13. Zollinger, F.(1985), Debris Detention Basins in the European Alps, Proc. Int. Symp. Erosion,