

강원도 산간계곡형 교량 설계 지침 개발

Development of Bridge Design Guidelines in Kangwondo Mountain Area

김 태 남*
Kim, Tae Nam

Abstract

The purpose of this study is development of bridge design guidelines in Kangwondo mountain area. Much damages have been wrought by Typhoon Rusa(2002), Maemi(2003), Ewinniar(2006) and severe rain storm in July 2006 in Kangwondo mountain area. The partial cause of these much damages are not consider the regional and geomorphologic condition of river in Kangwondo mountain area. Most of the bridge damages were caused by severe wash out the foundation of pier and abutment. As other reasons, dead trees, branches of the trees and floating materials were caught by pier and deck which make difficult or cut off the flow. Design guidelines are presented by analysis the types and reasons of damages of the disaster.

요 지

본 연구의 목적은 강원도 산악지역에서 교량 설계 지침 개발에 있다. 2002년 태풍 루사, 2003년 매미, 2006년 에위니아에 이은 7월 집중호우로 강원도 산악지역에서는 큰 피해를 당한 바 있다. 이런 피해의 원인은 강원도 산악지역에 위치하는 하천의 지역적, 지형학적 조건을 고려하지 못한 부분적인 이유도 있는 것으로 판단된다. 교량피해의 대부분은 교각과 교대의 기초부분 세굴(침식) 때문에 발생되었다. 다른 이유로는 고사목, 나뭇가지 및 부유잡물 등이 교각과 상판에 걸려서 물의 흐름을 어렵게 만들거나 차단 시켜서 발생되었다. 수해현장의 피해 형태와 원인 등을 분석하여 이로부터 설계 지침을 제시하였다.

Keywords : Abutment, Bridge design guideline, Deck, Foundation, Pier, Typhoon, Wash out

핵심 용어 : 교대, 교량 설계 지침, 상판, 기초, 교각, 태풍, 세굴(침식)

* 정회원, 상지대학교 건설시스템공학과 교수, 공학박사

E-mail : tnkim@sangji.ac.kr 033-730-0471

•본 논문에 대한 토의를 2008년 6월 30일까지 확회로 보내 주시면 2008년 9월호에 토론결과를 게재하겠습니다.

1. 서 론

최근 태풍 루사(2002), 매미(2003) 및 에위니아(2006)에 이은 2006년 7월(7.14~7.17) 여름철 집중호우 때문에 강원도 산악지역 많은 곳에서 도로가 유실되고, 교량이 무너지며 산사태가 발생하는 등 수해에 의한 재산과 인명피해가 크게 발생되었으며, 기후 변화에 따른 이와 같은 피해규모는 점점 증대될 것으로 판단된다. 이러한 피해의 근본 원인은 계획 홍수량을 초과하는 많은 비가 짧은 시간에 내린 이유도 있겠지만 공학적으로 접근해 보면 지역의 특수한 지형, 지질 조건을 고려한 구조물(교량) 설계 개념이 부족한 부분적인 이유도 있는 것으로 판단된다.

강원도는 산이 전체 면적의 80% 이상 차지하고 있고 이러한 산지에 형성된 하천중 지방2급 하천이 80.3%를 차지하고 있다. 이런 하천에는 상대적으로 교량의 경간장이 짧은 소규모 교량이 많이 분포하고 있으며 이와 같은 소규모 교량은 전체 교량 피해 중에서 82.5%를 차지하고 있는 것으로 파악되고 있다.⁽¹⁰⁾

또한 강원도 산간 계곡에 위치하는 산지하천의 경우 급경사와 함께 만곡부를 갖는 곳이 많이 있다. 이러한 산지하천에서는 다른 평지하천에 비해 유속이 상당히 빠르고, 따라서 급물살이 형성되어 세굴이 크게 발생되며, 만곡부 호안구조물이나 제방의 경우 하상 세굴이 발생되어 결국 호안구조물 또는 제방이 붕괴에 이르게 되는 경우가 대부분으로 파악되고 있다.^{(6),(7),(11)-(13)}

그리고 상류에서 떠나려 온 잡목과 부유물 등이 교각에 걸려 통수능 부족이 발생하는 경우와, 일부 심한 경우 완전 폐쇄되어 제방 월류가 발생되어 부근의 도로유실, 제방붕괴 및 부근 주택침수, 농경지 매몰등의 2차 피해를 유발시키는 원인이 되는 것으로 파악되고 있다. 산지하천에서 이러한 잡목 및 부유물 걸림은 교각에 상당한 하중을 가하는 것으로 교량의 부분적 파손뿐만 아니라 월류에 따른 2차 피해가 더 심각한 것으로 조사되었다.^{(8),(11)-(13)}

이러한 지역적, 지형학적 특성이 있음에도 불구하고 과거의 설계기술자들은 시방서 조건만 만족하면 된다는 사고방식으로 획일적이고 정형화된 교량설계를 하고 있는 것이 문제점으로 파악되고 있다. 이러한 문제

점을 해결하기 위해 최근 건설교통부에서는 산악지 도로건설시 교량 및 배수구조물 설계매뉴얼을 제시한 바 있으나,⁽⁴⁾ 무엇보다도 중요한 것은 구조물 위치에 따른 지역적, 지형학적 여건을 충분히 고려하여 설계하고자 하는 공학적 판단이 요구되는 것이라 생각된다.

일반적 설계기준보다 산악지 특성에 맞게 한층 강화된 창의적인 설계 기준이 필요한 것으로 판단된다. 본 연구는 이러한 필요성에 의해 그 동안 수해 피해현장을 직접 방문하여 관찰하고, 그 피해 발생 유형과 원인을 규명하고자 하며, 따라서 지역 설계를 고려한 강원도 산간 계곡형 교량 설계지침을 제안하여 지역 주민의 재산과 인명 보호에 기여하고 지역사회 발전에 기여 할 수 있도록 하는데 그 목적이 있다.

2. 연구방법

최근 여러 해에 걸쳐 강원도에서는 집중호우에 따른 막대한 피해를 입고 있다. 산사태에 의한 농경지, 주택 매몰과 이에 따른 재산, 인명피해, 도로유실, 교량 붕괴 및 기타 시설물 피해 등으로 요약할 수 있다.

본 연구는 교량 구조물의 피해 유형과 그 원인을 규명하여 이에 따른 개선안을 도출하고자 한다. 강원도 산간 계곡 산지하천에서 교량 피해 원인과 내용을 규명하기 위해서 가능한 빠른 시일 내에 피해 현장을 방문하여 생생한 자료를 얻는 것이 중요하다. 가장 좋은 실험실은 수해 현장이 될 수 있으며, 이러한 현장을 실물 실험(Full Scale Test)으로 본다면 교량의 피해유형과 현장조사를 체계적이고, 심도 있는 분석과 평가를 토대로 산지하천에서의 교량설계 개선안이 도출될 수 있을 것으로 판단된다.

따라서 본 연구에서는 그 동안 이루어진 현장조사를 기본으로 그 피해 내용을 체계적으로 분석, 평가하여 산간 계곡형 교량 설계 개선안을 제시하고자 한다.

2.1 강원도 교량 피해 내용과 원인 분석

2.1.1 평창강 및 그 지류의 경우

평창강은 한강수계 하천으로 지방1급 부분과 지방2

급 부분으로 나누어진다. 이중 지방1급 부분은 평창군 방림면 대화천(2급) 합류점을 기점 경계로 하여 영월군 영월읍 한강 합류점을 종점 경계로 유로 연장 149.4km, 하천 연장 96.75km가 되며, 지방2급 부분은 봉평면 흥정천(2급)을 기점 경계로 대화면 평창강 1급 부분을 종점 경계로하여 유로연장 52.65km, 하천연장 22.28km를 갖는다. 2006년 7월 집중호우로 평창군 전지역, 장평읍및 대화면 일대는 산사태, 하천범람과 이에 따른 농경지 침수, 가옥 침수, 도로 유실, 인명 피해 등 큰 피해를 입은바 있다. 평창강의 경우 지방2급 부분에서 더 큰 피해와 손실이 발생되었으며, 교량의 경우 대부분 부등침하, 월류에 따른 부분 파손 등의 원인으로 재가설 중에 있는 곳이 다수 있으며 그 대표적인 예를 분석해 본다.

Fig. 1, 2는 평창강(2급)과 대화천(2급)이 만나는 합류부 아래쪽에 위치하는 구포교 모습으로 교각에 부유물 및 잡목이 걸려 있으며, 상판 및 난간 주변에도 일부 부유물이 걸려있는 모습을 볼 수 있다. 특히, 부등침하가 크게 발생되었으며 월류 발생으로 주변 가옥 침수, 농경지 침수등의 큰 피해를 발생시켰다. 부등침하가 심한 교각(P3, P4, P5)은 과거에도 세굴이 심해 기초 부분을 보강했던 이력이 있는 것으로 확인되었으며, 이번 홍수에서는 기능 상실 수준까지 부등침하가

발생되었다. 홍수위 흔적 조사결과 교량 상부구조(RC T BEAM, 거더 높이=100cm) 거더 중간 위치까지 수위가 상승 되었던것으로 확인 되었다.

Fig. 3은 평창강으로 유입되는 속사천(2급)내의 장평 2교의 모습으로 부유물, 잡목 등이 교각에 걸려있고 수위상승으로 교량상판과 난간에도 부유물이 걸려 있는 모습을 볼수 있으며, 난간 일부는 수압으로 파손된 모습을 볼 수 있다. 월류 발생으로 교대 뒷채움 흙이 유실되었으며 주변 도로및 옹벽 구조물이 파손되었으며, 주변 농경지가 침수되는 피해를 발생시켰다. 홍수위 흔적 조사 결과 상부 구조(RC 슬래브, 슬래브 높이 =55cm) 상단 위치까지 수위가 상승되었던 것으로 확인되었다.

Fig. 4 역시 평창강으로 유입되는 속사천에 위치하는 금송교 모습으로 월류로 부근의 복지회관, 용평보 건지소등의 공공기관 건물이 침수 되었으며, 장평 시내 일부가 침수되는 피해를 발생시켰다. 홍수위 흔적 조사 결과 교량 상부구조(RC 아치 라멘교) 중간위치까지 수위가 상승되었던 것으로 확인 되었다. 본 교량은 중간 아치형 교각과 교대측 아치 구조 때문에 통수 단면적이 일반적인 라멘교에 비해 많이 축소된 것으로 판단되며 이러한 상태가 극한 상황에서는 매우 큰 영향을 미치는 것으로 판단된다. 또한 본 교량의 경우



Fig. 1 구포교(측면)



Fig. 2 구포교(정면)



Fig. 3 장평 2교



Fig. 4 금송교



Fig. 5 이목정 소하천 내 교량



Fig. 6 농경지 침수

교량 높이보다 복지회관쪽 제방고가 낮아서 시가지 침수가 악화된 것으로 조사되었다.

Fig. 5는 평창강으로 유입되는 이목정 소하천 내의 소규모 교량모습이다. 부유물, 잡목등이 걸려 거의 폐쇄된 상황까지 발생되었으며 주변 농지가 크게 유실되었다. Fig. 6은 평창강(2급) 주변 농경지가 침수된 모습이다.

평창강(지방2급 부분)과 그 지류 대화천(2급), 속사천(2급), 이목정 소하천 등에서 발생한 대부분의 피해는 하천 범람이 주요원인으로 파악되었다. 하천 범람에 따른 농경지 침수, 가옥 침수, 도로유실, 인명피해 및 기타 시설물 피해 등 다양하고 큰 피해가 발생되었다. 특히 교량 주변에서는 모두 월류가 발생 되었으며 그 원인으로 교각과 난간에 부유물, 잡목 등이 걸려서 통수능 부족으로 발생한 것으로 판단된다. 교각에 집적된 부유물은 주변 유속을 증가시키고, 한층 빨라진 유속 때문에 교각 주변 기초의 세굴을 가속화시켜 부등침하를 발생시키는 것으로 확인되었다. 부유물 걸림에 의한 주변 기초 부분의 세굴심 증가는 부유물이 없는 경우에 비해 40% 정도 증가되는 것으로 보고되고 있다.⁹⁾ 또한 대부분의 교량에서 상부구조 중간 부분에서 상단 위치까지 수위상승이 있던 것으로 조사 되었으며, 이는 교량의 형하 여유고가 점점 심해지는 국지성 호우에 만족하지 못하는 것으로 판단 된다. 최근에 있어서 증가되고 있는 국지성 호우 및 이상기후 등에 효율적으로 대비하기 위해서는 구조물 설계기준을 강화시킬 필요성이 있다고 판단된다. 특히 강원도 산악지역의 경우에는 지역적, 지형학적 조건을 고려한 창의적인 설계가 절실히 필요한 것으로 판단된다. 교량의 형하 여유고가 부족한 부분적인 이유로는 과거 여러해 동안에 발생한 홍수사태 발생에 따른 토석류가 하천으로 유입되어 하상에 퇴적되고 이런 퇴적층들이 쌓여 하상 단면적을 축소시켜 통수단면적이 줄어든 이유도 있는 것으로 조사되었다. 따라서 하천을 준설하는 등의 적극적인 치수대책이 필요한 것으로 판단된다.

2.1.2 왕산천의 경우

또 다른 산지하천으로 강릉 남대천의 상류 왕산천(지방2급)과 왕산천 지류 닭목천(소하천)을 고려한다.

닭목천과 왕산천의 전체 길이는 닭목재 정상부로부터

시작하여 강릉 오봉 저수지까지 이르는 약 13.3km의 유로연장을 갖으며, 닭목천에 1개 교량 왕산천에 5개 교량이 위치하고 있다.

이 교량 중 2002년 태풍 루사 때 왕산천 3개 교량(곰자리교, 장재교, 임내골교)이 붕괴 또는 부등침하 등의 원인으로 2003년 재가설 되었으며, 닭목천의 닭목골교 및 왕산천의 큰골교는 2006년 집중호우로 부등침하, 부유물 걸림 등으로 월류가 발생하여 도로 유실 및 부근 농경지가 침수되는 등의 피해를 발생시키는 주요 원인이 되었기 때문에 지금 재가설공사 중에 있다(Fig. 7, 8, 9).

특히, 큰골교 부근에 위치하는 도로 횡배수관은 부유물 걸림으로 통수능 부족 때문에 유수의 흐름이 도로 위쪽으로 돌려져서 도로가 유실되는 큰 피해를 유발시켰다. 상류에서 발생한 도로 유실 부분과 함께 제방 붕괴 및 일부 하상세굴 때문에 토석류 및 바위 등을 하천에 계속 공급하게 되며 급물살과 함께 떠내려온 부유물, 잡목, 토석류 및 덩치 큰 바위 등은 일부 시간이 짧은 교량에(큰골교) 걸려 통수능력 저해를 발생시키고 따라서 체체 월류가 발생하여 제방 붕괴, 도로유실 및 인근 농경지가 침수되는 등의 원인을 제공하게 된 것으로 조사되었다.

만곡부 위치에서는 급물살에 의한 세굴과 함께, 떠내려 온 바위가 제방, 호안구조물에 충격을 주어서 세굴과 함께 제방 붕괴를 가속화 시키는 역할을 한 것으로 판단된다. 큰골교, 임내골교, 무명교 교각에서는 상부에서 떠내려온 큰 바위가 교각에 부딪혀서 교각 콘크리트 일부가 떨어져나가 철근이 노출된 곳도 발견되었다(Fig. 10,11,12).

이러한 피해내용과 원인은 강원도 산악지역 산지하천 대부분에서 비슷한 형태를 나타내고 있음을 알수 있었다. 2006년 7월 집중호우에 따른 주요 교량의 피해내용과 그 일반현황은 Table 1에 정리하였다.

2.2 교량 경간장, 형하고 시방서 규정 및 개정안 제시

2.2.1 경간장 규정⁵⁾

경간장은 산간 협곡이라든지 그 밖의 하천의 상황,



Fig. 7 닭목골교 재가설



Fig. 8 큰골교



Fig. 9 왕산천 전경



Fig. 10 큰골교 교각 파손



Fig. 11 임내골교 교각 파손



Fig. 12 무명교 교각 파손

Table 1 주요 교량 피해 내용과 원인

교량명 위치	교량 등급 및 현황	피해 내용	원인
닭목골교 닭목천 (소하천)	3등급(DB-13.5) RC 라멘교 길이13.0m=6.5@2 폭 4.0m	부등침하 발생으로 부분파손	교대측 하상세굴로 부등침하 발생
큰골교 왕산천 (지방2급)	3등급(DB-13.5) RC 스프레드교 길이19.5m=6.5@3 폭 4.0m	부근도로 유실, 교대 침하	부유물 걸림등으로 통수능 부족으로 제체 월류 발생. 교대 뒷채움 흙 유실
장평 2교 속사천 (지방2급)	3등급(DB-13.5) RC 슬래브교 길이50.0m=12.5@4 폭 5.5m	난간 부분파손, 교대 부등침하, 날개벽, 옹벽 파손, 도로유실	부유물 걸림등으로 통수능 부족으로 제체 월류 발생. 교대 뒷채움 흙 유실.
구포교 평창강 (지방1급)	3등급(DB-13.5) RC-T빔교 길이135.0m=15@9 폭 5.0m	도로유실, 부근농경지, 가옥 침수, 부등침하 발생(기능상실수준)	기초세굴로 부등침하발생 부유물걸림으로 통수능 부족 제체월류로 도로유실,농경지침수
금송교 속사천 (지방2급)	1등급(DB-24) RC 아치 라멘교 길이60.0m=30.0@2 폭 10.8m	부근 공공기관 침수 부근 시가지 침수 난간 부분 파손	부유물 걸림으로 통수능 부족 제체월류 발생. 아치구조로 통수단면적 적음. 일부 제방고 낮음.

지형의 여건 등에 의해 결정되는데 치수상 지장 없다면 다음 식에서 구한 값 이상으로 하며 그 값이 70m를 넘는 경우에는 70m까지 줄일 수 있다.

$$L = 20 + 0.005Q$$

(1)

여기서 L : 경간장(m)

Q : 계획홍수량(m³/sec)

다음의 각 항목에 해당하는 교량의 경간장은 하천관리상 특별한 지장이 없는 한 위 규정에 관계없이 다

음의 값 이상으로 한다.

- ① 계획홍수량이 500m³/sec 미만이고, 하천폭이 30m 미만인 하천의 경우 12.5m 이상
- ② 계획홍수량이 500m³/sec 미만이고, 하천폭이 30m 이상인 하천의 경우 15m 이상
- ③ 계획홍수량이 500m³/sec~2000m³/sec인 하천 일 경우 30m 이상
- ④ 주운을 고려해야할 경우에는 주운에 필요한 최소 경간장 이상

단, 하천의 상황 및 지형학적 특성상 위 사항에서 제시된 경간장 확보가 어려운 경우, 치수에 지장이 없다면, 교각 설치에 따른 하천폭 감소율(설치된 교각폭의 합계/하천폭)이 5%를 초과하지 않는 범위에서 경간장을 조정 할 수 있다.

2.2.2 강원도 산지 하천에서 경간장 검토

강원도 산지 소하천 및 지방 2급 하천의 경우 위 ①, ②, ③항 설계기준 적용이 대부분으로 이러한 하천설계 기준에 의해 2000년 이후 교량의 최소 경간장을 12.5m로 적용하고 있으나, 2002년 태풍 루사, 2003년 태풍 매미 및 2006년 7월 집중호우시 소규모 교량 대부분이 부유물 걸림 등으로 하천의 통수능이 감소하여 수위가 상승되고 이로 인하여 월류가 발생되어 부근의 도로유실, 교대 뒷채움 흙 유실 및 교량의 부분적인 파손 등을 야기시키게 된다. 또한 부유물이 집적되어 주변 유속을 증가시켜 교각 및 교대 기초의 세굴을 증가시켜 부등침하를 가속화 시키는 것이 강원도 산지하천의 현실로 파악되고 있다. 강원도 지역에서 하천으로 유입되는 잡목의 길이는 3.0~8.0m 정도로 다양한 것으로 조사 보고 되고 있다.⁽⁹⁾ 이와 같은 산지하천의 피해를 최소화하고자 최근 건설교통부에서는 “수해예방을 위한 산악지 도로 설계 매뉴얼”을 제시한 바 있는데 그 핵심내용으로 위 ①항의 경우 교량의 최소지간을 14.0m이상 확보 하도록 제시하고 있다.⁽⁴⁾ 그동안 여러 곳의 수해 현장을 직접 방문하고 그 피해 내용과 원인을 조사, 분석한 본 연구자의 견해로는 건설교통부의 14.0m보다 좀더 여유있는 14.5m로 정하는 것이 합리적인 것으로 판단된다. 이러한 이유는 제시된 하천 폭에서 가능한 교각수를 줄이고 장

Table 2 교량의 최소 경간장 개정안

분류항	기 준	현행	건설교통부 안	본 연구 제시
①	계획 홍수량 500m ³ /sec 미만 하천폭 30m미만의 하천	12.5m 이상	14.0m 이상	14.5m이상
②	계획 홍수량 500m ³ /sec 미만 하천폭 30m이상의 하천	15.0m 이상	(현행기준적용)	(현행기준적용)
③	계획 홍수량 500m ³ /sec~2000m ³ /sec 인 하천의 경우	30.0m 이상	(현행기준적용)	(현행기준적용)

시간화 하여 부유물 및 잡목 걸림을 최소화 하는 것이 절실히 필요하다고 판단된다. 위 설계기준분류 ①, ②, ③항을 그대로 유지한다고 할 경우 강원도 산악지역에서는 Table 2 내용에 따른 교량 최소 경간장 기준을 제시하고자 한다.

2.2.3 형하고 규정⁽²⁾⁽³⁾⁽⁵⁾

하천을 횡단하는 교량의 높이(형하고)는 충분한 여유고를 확보하여 제방의 안전에 영향을 미치지 않아야 한다. 이때 여유고는 파랑이나 홍수시 이송잡물 등의 영향으로 일시적인 수위 상승이 발생할 경우에도 제방이 월류하지 못하도록 정해진 높이로서 현재의 기준은 Table 3과 같다.

2.2.4 강원도 산지하천에서 형하고 검토

이와 같은 기존의 형하 여유고 기준으로는 최근 빈번히 발생되고 있는 집중호우에 따른 수위상승에 만족하지 못하고 있는 것으로 조사되고 있다. 홍수시 하천 물살은 크고, 작은 파랑이 일어나고 특히 교각 주변에서는 잡목걸림에 의해 일시적으로 발생하는 수위상승과 함께 파랑이 작용하여 상부구조물 하단 정도까지 수위가 상승하여도 부유잡물이 난간위치까지 튀어서 걸리는 것으로 판단된다. 교량의 형하 여유고는 파랑뿐만아니라 부유물에 의한 일시적 수위상승도 충분히 흡수할수 있는 최소한의 여유공간으로 어떠한 상황에서도 교량 상부구조물이 침수되어서는 않되는것이 원칙이다.

Table 3 계획 홍수량에 의한 여유고 기준

계획 홍수량 (m ³ /sec)	여유고 (m)
200 미만	0.6 이상
200 이상 ~ 500 미만	0.8 이상
500 이상 ~ 2,000 미만	1.0 이상
2,000 이상 ~ 5,000 미만	1.2 이상
5,000 이상 ~ 10,000 미만	1.5 이상
10,000 이상	2.0 이상

Table 4 주요교량 침수 흔적 요약

분류 교량	상부 구조형식	홍수위 상승 위치	
		홍수위 흔적 조사	높이
장평2교	RC 슬래브교 슬래브높이=55cm	슬래브 상단	+40~55cm
구포교	RC-T빔교 빔높이=100cm	빔 중간	+40~50cm
금송교	RC 아치라멘교 슬래브높이=80cm	슬래브 중간	+40~50cm

그러나 2006년 7월 집중호우시 다수의 교량이 침수되어 형하 여유고가 부족한 것으로 조사되었다. 주요 교량 홍수위 흔적 조사 결과는 Table 4에 정리하였다. 홍수위 흔적 조사 결과 교좌장치하단을 기준으로 +40~55cm 정도 부족한 것으로 판단된다. 이를 바탕으로 검토해 볼때 기존의 여유고보다 최소한 40cm 정도 더 확보하는 것이 합리적인 것으로 판단된다.

교량의 형하 여유고가 부족한 부분적인 이유로는 과거 여러해 동안에 발생된 홍수시 산사태 발생에 따른 토석류가 하천으로 유입되어 하상에 퇴적되고 이런 퇴적층들이 쌓여 하상 단면적을 축소시켜 통수단면적이 줄어든 이유도 있는 것으로 조사되었다. 따라서 하천을 준설하는 등의 적극적인 치수대책이 필요한 것으로 판단된다. 하천 준설 등의 대책으로도 형하 여유고가 부족하면 제방을 높이더라도 여유고는 꼭 확보하는 것이 필요하며, 도로와 접한 교량인 경우 도로의 종단 선형을 개량하는 등의 작업으로 다소 공사금액이 증액되더라도 경제성 문제가 아니라 안전성이 우선되는 창의적인 설계가 필요한 것으로 판단된다.

Table 5 계획 홍수량에 의한 여유고 기준 개정안

계획 홍수량 (m ³ /sec)	여유고 (m)		
	현행	건설교통부안	본연구제시
200 미만	0.6이상	연급 없음	1.0이상
200이상 ~ 500미만	0.8이상	연급 없음	1.2이상
500이상 ~ 2000미만	1.0이상	연급 없음	1.4이상
2000이상 ~5000미만	1.2이상	연급 없음	1.6이상
5000이상 ~ 10000미만	1.5이상	연급 없음	1.9이상
10000이상	2.0이상	연급 없음	2.4이상

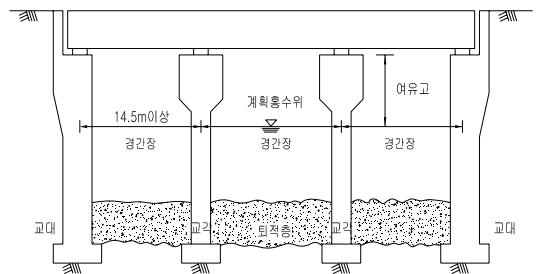


Fig. 13 교량 경간장 및 여유고

따라서 강원도 산악지역 산지하천의 경우 Table 5와 같이 형하여유고 개정안을 제시하고자 한다. 교량의 높이는 교좌장치 하단을 기준으로 홍수위에 여유고를 더한 높이로 설치하도록 규정하고 있다(Fig. 13 참조). 강원도 산악지역에서는 구조물 위치에 따른 지역적, 지형학적 여건을 충분히 고려하여 설계하고자 하는 공학적 판단이 요구되며 일반적 설계기준보다 산악지 특성에 맞게 한층 강화된 창의적인 설계 기준이 필요한 것으로 판단된다.

3. 결론

2002년 태풍 루사부터 2006년 7월 집중호우까지 과거 몇년 동안 발생된 강원도 산악지역 교량 피해 내용과 원인을 현장조사를 통하여 규명하고자 하였다.

최근에 있어서 점점 증가하는 국지성 호우, 이상기후 등에 효율적으로 대비 하기위해서는 교량설계 기준을 강화시킬 필요가 있다고 판단된다. 특히 급경사와 큰 만곡부를 갖는 강원도 산간 계곡부의 경우에는 지

역적, 지형학적 특성을 고려한 설계가 필요하다고 판단된다.

이러한 내용을 종합해 볼 때 본 연구의 결론은 아래와 같이 정리할 수 있다.

첫째 : 강원도 산악지역 산지하천의 대부분은 급경사와 큰 만곡부를 갖게 되므로 세굴안전성 확보가 매우 중요한 설계요소가 된다고 판단된다. 따라서 교대, 교대 날개벽 및 호안구조물의 기초는 기반암에 근입될 수 있도록 하고 기초 전단부는 밀다짐공 설치가 요구되며, 교각 주변은 세굴 방지공 설치에 대하여 심도 있는 검토가 요구된다.

둘째 : 잠목 및 부유물 걸림으로 통수능력 부족이 발생되지 않도록 여유있는 형하고 및 지간구성이 필요하다고 판단된다. 현 시방서 규정을 강화시킬 필요가 있다고 판단되며, 최소 경간장은 14.5m, 최소 형하 여유고를 1.0m로 결정하는 것이 합리적인 것으로 판단된다. 또한 하천 상류계곡부에 잠목, 부유물및 토석류 등을 걸러주는 스크린댐, 사방댐 설치에 대한 검토도 필요할 것으로 판단된다.

셋째 : 대부분의 하천에서 과거 여러해 동안 발생된 홍수시 산사태 발생에따른 토석류가 하천으로 유입되어 하상에 퇴적되고 이러한 퇴적층이 쌓여 하상 단면적을 축소시켜 통수능 부족이 발생되고 형하 여유고가 줄어드는 현상이 발생된 것으로 조사되었다. 따라서 하천을 준설하는등의 적극적인 치수대책이 필요한 것으로 판단된다.

넷째 : 산지하천의 경우 주변에서 발생된 낙석 등으로 비교적 큰 바위가 급물살과 함께 떠내려 와 교각과 교대 또는 호안구조물에 충격을 가하는 경우가 많은 것으로 조사되었다. 이러한 바위 충격에 대비하기위해서 교각 상류부쪽에는 수직분리대(fin)를 설치하는 것이 추천된다. 그리고 교대 날개벽 및 호안구조물은 기존의 단면두께보다 크게 하는 것이 요구되나 이는 하천경사, 만곡부 크기 등 하천의 지형적 특성을 고려하

여 결정되어야 하며 이에 따른 연구는 좀 더 깊이 있는 실험적 연구가 필요할 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 상지대학교 교내 연구비 지원에 의해 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. 건설교통부, “국가수자원관리종합정보시스템(www.wamis.go.kr)”, 2007. 9.
2. 건설교통부, “도로교설계기준”, 2005.
3. 건설교통부, “도로설계편람”, 2000B.
4. 건설교통부, “수해예방을 위한 산악지도로 설계 매뉴얼”, 2007. 8.
5. 건설교통부, “하천설계기준“, 2000A.
6. 김병일, 윤기용, 이승현, “중부 지역 중소하천 교량의 세굴보호공에 관한 조사연구”, 한국방재학회 논문집, 제5권 1호, 2005. 3, pp. 45-53.
7. 이종설, “소하천 상습재해구간의 중점 관리방안”, 한국방재학회지, Vol. 7, No. 2, 2007, pp. 70-80.
8. 정수형, 김일곤, “홍수시 유송잡물이 교각에 미치는 하중에 대하여”, 구조물진단학회지, Vol. 11, No. 4, 2007, pp. 12-19.
9. 행정자치부 국립방재연구소, “중북부 지역 시설물 피해 현장조사 보고서(2001. 7.21~24 : 강원도 홍천, 인제, 횡성)”, 2001. 9.
10. 행정자치부 국립방재연구소, “하천횡단 소규모 교량 표준 설계도 작성”, 2001. 12.
11. 행정자치부 국립방재연구소, “2002 호우피해 현장조사 보고서”, 2002. 9.
12. 행정자치부 국립방재연구소, “2002 태풍 루사피해 현장조사 보고서”, 2002. 10.
13. 행정자치부 국립방재연구소, “2003 태풍 매미피해 현장조사 보고서”, 2003. 10.

(접수일자 : 2007년 10월 8일)