

넛지 효과를 고려한 소하천의 새로운 징검다리 디자인

이효상¹, 김동영¹, 천호권², 안상억^{2*}
¹충북대학교 토목공학부, ²주식회사 솔마

New Design of Stepping Stone Bridge in Samll Stream with Nudge Effect

Hyo-Sang Lee¹, Dong-Young Kim¹, Ho-Kwon Choen², Sang-Eok Ahn^{2*}
¹School of Civil Engineering, Chungbuk National University
²Solma Corporation

요약 행동경제학에서 적용되고 있는 넛지(Nudge) 개념을 수자원환경분야의 공공시설물인 징검다리에 적용한 디자인에 관한 연구이다. 평상시 시민들이 빈번하게 이용하는 징검다리는 홍수 때에는 사용자들의 실족사를 유발하는 위험시설로 특히 홍수 때 관리가 어려운 공공시설물이다. 특히 2023년 울산에서 발생한 사망사고와 같이 징검다리의 중간부분에서 실족하여 급류에 휩쓸리는 사고는 2000년 이후 매년 발생하고 있다. 이에 본 연구에서는 사용자에게 작은 불편을 초래하여 스스로 더 나은 선택을 할 수 있도록 징검다리의 양안에 가까운 양끝단이 중앙부보다 조금 낮은 디자인을 제시한다. 낮게 설치된 징검다리의 양끝단은 하천 수위가 위험수위에 도달하기 전에 보행자의 신발이 젖을 수 있는 불편한 상황을 유도하여, 시민의 자발적인 회피를 유도하는 재해에 안전한 새로운 디자인이다. 이러한 디자인의 사용자 수용성을 확인하기 위하여 20대 청년 100명을 대상으로 설문을 시행하였다. 새로운 디자인을 적용한 경우 징검다리의 디딤돌 초입부가 물에 잠겨있을 때 징검다리를 건너겠다는 답변자는 전체 답변자의 10%로 기존의 비가 오는 날에도 징검다리를 건너겠다고 답변하였던 64%의 답변자 수보다 54%가 감소하였다. 향후 넛지이론을 이용한 징검다리과 같이 새로운 다양한 공공 디자인을 통하여 재난으로부터 안전한 하천을 구현하고자 한다.

Abstract New design of stepping stones is suggested in public infra-structures in water-environmental area with a concept of Nudge in behavioral economics. The stepping stone, which is frequently used in daily life, is a dangerous facility which causes death incident in flood events. It is a common public facility that is difficult to manage due to its large number in nation wide. The fatal accidents of people fall in the middle of the steeping stone have occurred every years since 2000, such as a death case of Ulsan in 2023. This study presents a new design in which the ends of the steeping stones are little lower than the central part, in order to cause a small inconvenience to the users and allow them to make better choices to avoid uisng dagerous stepping stone on their own. This both ends of the stepping stones is flooded in low water level leading a situation in which shoes of people can get wet before the river water level reaches a dangerous level. This design induces people to voluntarily avoid. using this stepping stones. A survey was conducted with 100 people of 20s using a Google form to conform its effectiveness. The results show that respondents who will cross the stepping stone if the stepping stone entrance of the stepping stone was submerged down 10% from 64%. New designs of public infra-structures using Nudge theory, such as stepping stone, will make our river environments more safe from disasters in near future.

Keywords : Stepping Stone, Nudge Theory, River Managemant, Safety Preventiuon Disaster

*Corresponding Author : Sang-Eok Ahn(Solma.)

email: hyosanglee@chungbuk.ac.kr

Received October 19, 2023

Revised December 27, 2023

Accepted February 6, 2024

Published February 29, 2024

1. 서론

최근 급증하고 있는 기후변화, 이상기후의 영향으로 집중호우로 인한 자연재해가 증가하고 있다. 특히 계절 라성 집중호우로 인한 도심지 하천의 징검다리에서의 지역 주민의 인명사고가 끊임없이 발생하고 있다. 이러한 징검다리 관련 인명사고가 왜 계속 발생하고 있는지를 살펴보고, 안전한 징검다리의 대안을 제시하고자 한다.

1.1 우리나라 소하천의 징검다리

징검다리는 하천, 개울 등에 주변에 구하기 쉬운 돌로 디딤돌을 만들어 개울을 건너는 방식의 하천을 횡단하는 다리이다. 이를 이용하기 시작한 것은 역사적인 사료는 없으나, 인류 역사와 같이 시작되었을 것으로 생각된다. 우리나라의 가장 오래된 다리로 알려진 충청북도 진천군에 있는 농다리가 전통적인 징검다리의 발전 형상을 보여주고 있다. Fig. 1과 같이 고려 시대에 쌓은 것으로 추정되는 이 다리는 징검돌에 돌널을 얹은 다리로, 전형적인 징검다리와의 이의 발전한 형태를 보여주고 있다. 주변에서 흔히 구할 수 있는 돌을 이용한 다양한 형태의 징검다리가 전국각지의 소하천, 계곡 등이 분포하고 있다.



Fig. 1. Nong-bridge, Jincheon, Chungbuk

특히 최근에는 각종 하천 관련 사업 등을 통하여 하천을 정비하면서 친수 목적으로 징검다리가 하천의 좌우 둔치, 산책로 연결 등을 위하여 전국각지에 설치되고 있다. 다음 Fig. 2는 서울특별시 청계천에 설치된 징검다리의 전경으로, 잘 다듬은 화강암을 이용한 경우가 일반적이다. 이러한 징검다리는 시민의 평상시 하천을 가로지르는 지름길, 산책로 등으로 지역 주민들의 생활에 밀접하게 활용되고 있다. 이렇게 시민의 생활에 밀접하게 이용 중인 징검다리는 여름철 홍수기에 많은 인명피해 사

고현장으로 변한다. 다음 Table 1은 최근에 미디어에 보도된 사건사례들이다. 왜 이러한 사건, 사고가 끊임없이 발생할까?



Fig. 2. Stepping stones at Cheongae, Seoul

1.2 징검다리가 위험할까?

Fig. 2와 같이 평상시 늘 다니던 징검다리는 Table 1과 같이 왜 위험한 사고의 현장으로 변할까? 이는 우리나라의 수문 특성, 징검다리의 구조적인 형상 그리고 이를 이용하는 사람들의 행동방식에 원인이 있다. 먼저 우리나라의 수문 기상학적인 특성을 이해해야 한다. 우리나라는 몬순기후 특성으로 계절적, 연도별 유출량의 편차가 크다. 강수량은 주로 여름에 집중적으로 발생하고 있으며, 홍수기(6월과 9월)에 유출이 2/3가 발생하고 있다. 또한, 국토의 63%가 산악지형으로 상대적으로 작은 유역면적, 짧은 유로 연장, 급한 사면 경사 등으로 인하여 강수 후 짧은 시간에 빠른 유출이 발생하는 특성이 일반적이다[1]. 산간 계곡의 돌발홍수 문제는 널리 알려져 있으나, 도시화 지역의 불투수 면적이 증가함에 따라 도시 지역의 하천에서도 이러한 돌발홍수의 위험성이 증가하고 있다. 특히 도심지 하천에 있는 징검다리는 이러한 위험에 직접 노출되어 있다. 돌발홍수로 급격히 불어난 하천을 횡단하는 위험은 국립재난안전연구원에서 “태풍-집중호우에 따른 보행자 및 운전자 영향실험”에서 보행자를 대상으로 무릎 이상에서는 급류에 휩쓸리게 됨을 실증하였다[2]. 계곡의 급류를 보행하는 실험을 통하여 징검다리를 건너는 위험성을 확인하였다.

두 번째로 징검다리 자체의 문제이다. 오랫동안 이용된 징검다리는 보행으로 징검다리의 돌 표면이 반들반들하게 된다. 이러한 징검다리의 표면은 습기를 머금게 되는 경우 표면이 미끄러워진다. 미끄러운 표면은 사람이 발을 헛디디게 될 가능성을 크게한다.



Fig. 3. Stepping stones with overflow at Yangjae, Seoul

또한, Fig. 3에서와 같이 징검다리가 월류하게 되는 순간, 징검다리 표면의 흐름은 마치 보를 월류하는 흐름과 같이 유속이 빠르게 상승하게 된다. 징검다리로 접근하는 하천 흐름은 매우 잔잔해 보이며, 막상 징검다리 표면의 유속은 이와 큰 차이가 있다. 또한, 앞서 국립재난연구원에서 실험한 급류의 보행자 실험과 상이하게 징검다리를 건너기 위해서는 한발을 완전히 떼야 하는 상황으로 미끄러운 돌다리의 표면, 표면을 빠르게 흐르는 물살은 보행자가 중심을 잃을 가능성이 크다. 그리고 하천 유속의 분포를 고려한다면 하천의 양단보다 하천 중심부의 징검다리에서의 유속이 빠르다. Fig. 3의 징검다리와 같이 오래된 징검다리는 자중 때문에 침하가 발생할 수 있으며, 이는 하천 양끝단보다 하천의 중앙 부분에서 더 크게 발생할 수 있다. 돌다리 표면의 침수심이 양끝단보다 중앙부에서 크게 발생할 가능성이 있다. 따라서 양끝단이 아니라 하천중앙부에서 실족하게 된다면 급류에 휩쓸리게 되어 하천가로 헤엄쳐 나오기가 어려울 수 있다. 이러한 징검다리의 구조적인 문제점(물기를 머금을 경우의 미끄러울 수 있는 자연석 재질의 돌다리, 월류순간의 접근 유속보다 빠른 돌다리 표면의 흐름 발생, 하천 중앙의 징검다리 부분의 침하 발생 가능성, 돌다리 중간 부분에서 발생하는 빠른 유속과 침수심 등)으로 돌발홍수에 돌다리를 건너는 보행자는 위험에 노출된다.

Table 1은 최근까지 언론에 보도된 징검다리 관련 사고 기사를 정리한 내용이며, 대부분은 집중호우 등으로 도심지 하천의 유량이 급격히 불어나는 상황에서 보행자가 징검다리를 건너려다 하천 중심부 부분의 징검다리에서 미끄러져 급류에 휩쓸려 사망한 사건들이다. 또한, 징검다리에 진입할 때는 수위가 낮았는데, 다리 중간 정도에 도달했을 때는 월류가 발생할 수 있다. 최근 발생하는 돌발성 집중호우는 하천의 수위상승이 매우 빠른 특성을

보여 징검다리의 위험성을 가중하고 있다. 이런 상황에서 실족하여 급류 휩쓸리게 되면 인명사고로 이어지게 된다. 2011년 청주 무심천 징검다리 사고, 2021년 광주 풍영정천의 징검다리 사고 등이 대표적인 사례이다. 이러한 위험을 징검다리의 관리 책임이 있는 지방자치단체에서도 인식하고 통제선, 안내방송 등 다양한 안전장치를 설치하고, 예찰 활동을 통하여 시민의 안전을 보장하고자 한다. 다음 Fig. 4는 청주시 무심천에 설치된 진입 통제시설, 위험안내판 및 구멍시설의 설치 사례이다 [3].



Fig. 4. Safety equipment for Stepping stones in small stream, Cheongju City

세 번째로 보행자의 징검다리에 대한 인식 및 행동방식의 문제이다. 모든 징검다리 사고는 보행자가 자의에 의해 건너려다 발생한 경우이다. 더 나아가 2023년 울산에서 발생한 사고는 진입 통제선이 설치된 상황에서 이를 넘어 징검다리를 건너려다 발생한 사고이다. Fig. 4와 같이 전국의 모든 하천 징검다리에 대하여 이러한 시설과 안전관리를 시행하기 어려운 실정이다. 이를 단지 시민들의 안전의식 부재로 설명할 수 있을까? 왜 보행자는 위험을 무릅쓰고 징검다리를 건너려 할까? 나는 안전할 거라고 생각하는 이러한 비현실적인 “낙관주의와 과신”은 대부분의 사람이 갖는 특성이다[4]. “평상시에 늘 다니던 길”, “즐겁게 친구들과 놀이를 하던 장소”, “강 반대편으로 가는 지름길”, “비가 멈춘 상황” 등 다양한 이유로 시민들이 나름대로 “안전하게 건널 수 있다는 판단”을 하여 징검다리를 이용하였을 것으로 생각된다. 2011년 청주에서 발생한 두건의 사례는 평소 다니던 지름길로 징검다리를 이용한 경우로, 하천 중간에서 급격하게 수위가 상승하여 실족, 급류에 휩쓸려 떠내려가다 익사한 사례로 홍수 시 징검다리의 위험성을 간과한 사례이다. 특히 야간에 하천의 흐름이 정확히 모르는 상태에서 징

Table 1. Reported accident cases related with stepping stones in Korea [5-14].

Date	Cases	location	Death
2008.04.10	- A man in his 20s died after saving a 9-year-old child who fell into the water after suffering a stumble on a 130-meter-long stepping stones	-Ulsan City/Taehwa River	- a man in his 20s
2011.06.26	- A man in his 10s stumbled while crossing a stepping stone and died after falling into the water	-Cheongju city/Mushimcheon Stream	- a man in his 10s
2011.07.27	- A man in his 50s died after being swept away by a torrential downpour while crossing a stepping stone	-Cheongju city/Mushimcheon Stream	- a man in his 50s
2013.09.30	- A man in his 20s died after being swept away while trying to cross a stepping stone on a rainy day	-Busan city/Oncheoncheon Stream	- a man in his 20s
2014.10.21	- A man in his 20s stumbled while crossing a stepping stone and died after falling into the water	-Daejeon city/Gapcheon Stream	- a man in his 70s
2014.08.25	- A fatal accident in which a woman in her 60s fainted and died while crossing a stepping stone bridge	-Daejeon city/Yuseongcheon Stream	- a woman in her 60s
2016.07.02	- A man in his 50s who was drunk trying to cross a stepping stone bridge stumbled and died	-Uijeongbu City/Jangam-dong River	- a man in his 50s
2021.06.13	- Two elementary school students who were playing on a stepping stone bridge fell off the stepping stone bridge due to the current caused by heavy rain and were carried away by the current and died	-Gwangju City/Pungyeongjeongcheon Stream	- two elementary school students
2023.07.19	- A teenage man died after being swept away by a torrent while trying to cross a stepping stone out of curiosity	-Daejeon City/Daejeoncheon Stream	- a man in his 10s
2023.07.19	- A woman in her 60s died after being swept away by a torrent while trying to cross the stepping stone over the control line	-Ulsan City/Chukwacheon Stream	- a woman in her 60s

검다리로 진입한 경우 위험이 더욱 커진다. 이러한 경험 부족은 특히 광주광역시, 대전광역시의 10대 청소년, 청주시의 20대 청년의 사고로 이어졌다. 사람 본연의 행동 특성으로 현재까지, 시민의식의 개선, 지자체의 노력 등에도 불구하고 징검다리에 의한 사건, 사고가 끊임없이 발생하고 있다.

안전한 하천 친수구역의 이용을 위하여 시민 안전의식 개선, 안전 시설물 관리 개선 등은 계속 수행되어야 한다. 그러나 비현실적인 낙관주의가 보통사람의 행동 특성이라면, 이러한 위험 요인을 모두 해결하기 어렵다. 본 연구에서는 징검다리의 안전문제는 사람이 자율의지로 건너는 문제이기 때문에 이를 보완하는 방법으로 행동경제학적인 새로운 접근방법으로, 소하천 징검다리의 실족사를 방지하기 위하여 넛지 이론을 적용한 디자인을 제시하고자 한다.

2. 본론

2.1 넛지 이론

본 연구에서는 홍수 시 사람의 자율적인 선택으로 징

검다리의 이용을 막는 방법으로 넛지 이론을 도입하고자 한다. ‘넛지(nudge)’는 ‘팔꿈치로 슬쩍 찌르다. 혹은 그런 동작’이라는 사전적 의미가 있다. 이를 최근 들어 “선택지를 없애거나 줄이거나 특정한 선택을 어렵게 만드는 방식으로 개입하지 않고도 사람들이 더 나은 선택을 할 수 있도록 유도하는 것, 혹은 그런 장치·정책”으로 이해되고 있다 [4]. 이러한 넛지 이론은 행동경제학 분야에서 널리 활용되는 개념으로 미국의 탈러와 섀스타인은 이를 “자유 지상주의적 간섭주의(libertarian paternalism)”로 이야기하고 있다. 특히 이 이론은 우회적 어법으로 메시지를 간접적으로 전달하고 대상자의 참여와 행동 변화를 유도하고, 이를 통하여 자발적인 참여를 유도할 수 있다는 점에서 주목받고 있으며, 다양한 교육, 입법, 행정, 도시설계 분야에서 활발히 연구되고 있다[15].

넛지를 만드는 넛지의 ‘선택설계자(Choice Architect)’는 사용자가 결정을 내리는 ‘정황이나 맥락’을 만드는 사람이다. 선택설계자는 사소하고 작은 요소라 해도 사람들의 행동방식에 커다란 영향을 끼칠 수 있다는 것을 인지하고 반영하여야 한다. 넛지는 “선택설계자가 취하는 하나의 방식으로서, 사람들에게 어떤 선택을 금지하거나 그들의 경제적 성과보수를 크게 변화시키지 않고 예상

가능한 방향으로 그들의 행동을 변화“시키는 것이다[16]. 이렇게 직접적이지 않은 부드러운, 자유주의 적인 개입으로 ‘인간의 자발적인 선택을 유도한다는 것을 목적’으로 하기에 주로 캠페인이나 공익적인 성격의 정책홍보 분야에 많이 활용되고 있다[16].

2.2 넛지 이론의 공공디자인 분야 적용

넛지 이론을 이용한 공공디자인은 메시지 전달이 강압적이거나 일방적인 권유는 저항과 거부감을 불러일으키므로 사용자를 자연스럽게 유도하여 자발적인 참여로 설득하고 행동 결과를 끌어내는 것이 넛지 이론을 활용한 공공디자인의 핵심이다. 선택 설계자(공공기관의 관리책임자, 공공디자인의 설계 엔지니어 등)는 시민이 결정을 내리는 배경이 되는 정황이나 맥락을 만들고 넛지 이론을 이용한 공공디자인에서는 디자이너가 설계자로서 사용자와 목적에 따라 제작과정에 효과적인 재미 요소를 적용하여 넛지 이론을 이용한 공공디자인을 개발하게 된다. 따라서 공공디자인 분야에서 인간의 유희본능을 활용한 우회적 어법으로 넛지를 시각화하여, 디자인으로 대상자에게 제공하는 것은 새로운 경향이다[16]. 우리나라에서도 넛지 이론을 활용한 공공디자인 등이 폭넓게 적용되고 있다. Fig. 5의 을지로 지하철역의 피아노 건반 모형의 계단, Fig. 6의 건널목에 그려져 있는 노란색의 페인트 도안 등은 대표적인 사례이다. Fig. 5의 피아노 건반 모양의 계단은 계단 이용을 통한 국민의 건강 증진, 에스컬레이터 사용 감소로 인한 전기 에너지 절약을 목적으로 하고 있다. 특히 계단을 올라갈 때마다 피아노 음처럼 각각 다른 음의 소리와 불빛을 내어 시민의 호응을 끌어내고 있다 [17].



Fig. 5. Piano stairs at Uljiro subway Station, Seoul

Fig. 6의 서울 관악구 어린이 보호구역의 노란 카펫 모양의 페인트 도안으로, 학교 주변의 교통 사각지대에

안전을 위한 신호 대기 구간을 설정하여 운전자에게는 신호 대기 중인 보행자들을 잘 발견할 수 있도록 하고 있다. 이러한 도안은 차량 운전자 이러한 건널목을 건너기 위해 보행자가 대기하고 있을 때, 이를 자연스럽게 인식하도록 하여 보행자의 안전을 생각하도록 한다[18].



Fig. 6. Yellow carpet in School Zone at Gwanak, Seoul

Fig. 7은 서울 종로구의 교차로 사진으로 운전자가 헛갈리기 쉬운 고속도로 분기점, 고가도로 밑 교차로, 여러 방향으로 진입로가 혼잡한 곳에 주행 유도선이 설치된 사진이다. 이를 통하여 교차로 및 진출입로에서 자연스럽게 본인의 진행 방향으로 진출입하도록 유도하여, 2014년 기준 주행 유도선에 의해 교통사고가 40% 감소하였다.



Fig. 7. Guild lines in cross ways at Jong-ro, Seoul

Fig. 8의 넛지의 소개에 대표적으로 등장하는 남파 화장품 소변기에 붙어있는 파리 스티커사진이다. 별도의 문구 및 안내 없이, 남성이 자연스럽게 소변기에 붙어있는 파리 스티커에 집중하도록 유도하여, 청결한 환경을 만들고 있다. 사진은 서울, 강남의 사례이며, 이러한 스티커는 다수의 지역에서 널리 활용되고 있다.



Fig. 8. Fly sticker on the urinal in the COEX men's restroom at Gangnam, Seoul

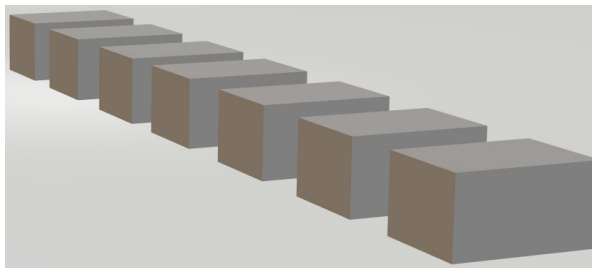


Fig. 9. Starfield Road in front of the subway entrance of Samseong Station on Line number 2 at Gangnam, Seoul

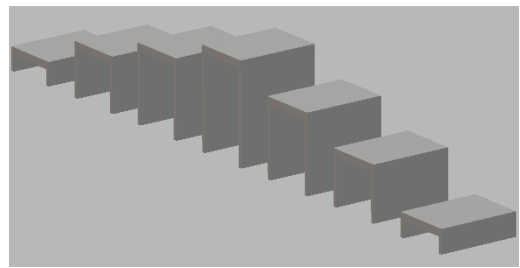
Fig. 9의 삼성역 코엑스 방향 출구에 설치된 별마당길은 스타필드로 가려는 사람들에게 길을 알려주고 육상트랙과 같은 디자인으로 사람들에게 자연스럽게 걸어서 이동하도록 유도하며, 진행 방향을 제시하여 동행객의 동선을 분리하는 역할을 하고 있다. 또한, 우레탄 재질은 우천 시 미끄러울 수 있는 바닥 면을 보완하는 역할도 하는 것으로 생각된다. 사람들의 운동 욕구 등을 끌어내 스타필드를 방문하는 사람들의 호응을 끌어내고 있다.

2.3 넋지 이론을 적용한 소하천의 징검다리

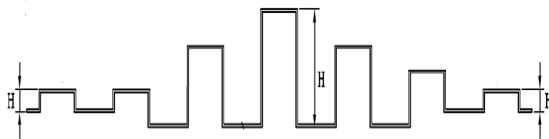
왜 사람들이 위험을 무릅쓰고 징검다리를 건널까? 왜 사람들은 어떤 일을 할 때는 그토록 똑똑한데 그토록 위험한 선택을 할까? 이에 대한 고민을 탈러와 선스타인(2022)은 대니얼 카디먼의 “생각에 관한 생각”의 뇌의 작동 가상의 “시스템1과 시스템 2”을 “자동시스템”과 “숙고 시스템”으로 설명하고 있다. 생각의 시스템1인 자동시스템은 빠르고, 무의식적이며, 우리가 생각이라는 단어로 보통 연상하는 것에 전혀 의지하지 않고도 행동할 수 있다. 시스템2의 숙고 시스템은 느리고, 의식적이



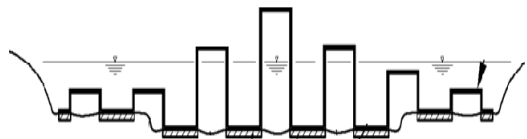
(a) Basic Design of Stepping Stone bridge



(b) New Design of Stepping stone bridge



(c) New Design of Stepping Stone Bridge



(d) New Design of Stepping stone bridge with water

Fig. 10. Stepping stone bridge

며, 한층 더 정교해서 여러 가지 신경을 쓰는 행동이다. 이를 정리하며 자동시스템은 “직감에 따른 반응”이고 속고 시스템은 “의식적인 사고 과정”이다. 이러한 직감이 정확할 수도 있다. 그러나 이러한 직감에 지나치게 의존하면 실수할 가능성이 크다. 탈러와 선스타인은 10대 청소년이 위험한 운전자가 될 수밖에 없는 이유로” 그들의 자동시스템은 아직 훈련이 부족한데, 속고 시스템은 이보다 훨씬 느리게 작동“하는 것으로 이를 설명하고 있다 [4]. 우리의 경우에는 징검다리를 건너는 보행자가 위험에 대처하는 생각의 시스템으로 이해할 수 있다. 보통의 사람은 이러한 사고시스템과 속고 시스템이 동시에 작용하며 쉽게 오류를 저지를 수 있다. 본 연구에서는 위험한 징검다리를 건너는 순간 속고의 시간을 가지게 하는 데서 출발한다.

도심지 하천의 수위가 올라가는 상황에서 하천의 징검다리 이용할 때 발생할 수 있는 급류에 휩쓸리는 상황을 피하기 위한 디자인을 다음과 같이 제시하고자 한다. Fig. 10 (b)와 같이 징검다리의 양끝단 부분, 하천의 양안에서 징검다리로 진입하게 되는 1개 혹은 2개의 디딤돌이 낮은 형상의 디자인으로 하천의 수위가 상승할 때 이 부분이 침수된다. 이를 통하여 징검다리를 건너려는 시민에게 Fig. 10 (d)와 같이 침수된 디딤돌을 통해 꼭 건너야만 하는지 ”속고“의 시간을 갖게 하고자 한다. 이를 무릅쓰고도 징검다리를 건널 때에도, 징검다리 중앙부는 수면에 노출되어 있어 안전하게 건널 수 있다. 많은 징검다리 사고와 달리 중앙부에서 실족하여 급류에 휩쓸리는 상황을 피할 수 있다. 또한, 징검다리의 돌 부분을 투과형 재질로 만들어, 하천의 통수 단면을 확보하며, 월류할 때 발생하는 징검다리 표면에서 발생하는 급격한 유속변화를 줄이고자 한다.

이를 통하여 양끝단이 잠긴 징검다리를 본 시민은 “신발이 젖을 수 있겠는데? 굳이 이걸 감수하면서 건널까?”라는 자연스러운 반응을 유도하여, 홍수기에 위험한 징검다리가 아닌 안전한 다리를 이용하도록 유도하는 것이 이 디자인의 취지이다.

2.4 넋지 이론을 적용한 소하천의 징검다리 설문 조사

징검다리의 위험성에 대한 사람들의 인식 수준을 확인하고, 본 연구에서 제시한 징검다리 디자인의 넋지 이론 적용성 및 사용자 수용성을 확인하기 위하여 설문 조사를 수행했다. Fig. 11과 같이 20대 남녀 100명 대상으로 구글 폼을 활용하여 조사하였다.

징검다리 설문조사.
 징검다리와 관련된 설문입니다.
 Google에 로그인하여 진행상황을 저장하세요. 자세히 알아보기

답변자의 주생활 지역의 형태는 어떤 지역입니까?
 도시화 지역
 농산어촌 지역

답변자의 거주지역에 징검다리가 있습니까?
 있다
 없다

징검다리를 이용한 경험이 있으십니까?
 있다
 없다

Fig. 11. Questionnaires example of the stepping stone survey using Google Form

총 9개의 질문을 주변 환경, 징검다리 이용 경험, 새로운 징검다리 디자인을 적용하였을 때의 사용자들의 행동 반응으로 구성하였다. 질문과 답변 결과는 다음과 같다.

설문 1: 답변자의 주생활 지역은 어떤 형태입니까?
 답) 1) 도시화 지역 (86%), 2) 농산어촌 지역(14%)

설문 2: 답변자 거주지 주변에 징검다리가 있습니까?
 답) 1) 있다 (80%), 2) 없다 (20%)

설문 3: 하천을 건너갈 때 징검다리를 이용한 경험이 있으십니까?
 답) 1) 있다 (100%), 2) 없다 (0%)

설문 4: 하천을 건너갈 때 징검다리를 이용하시는 이유는 무엇입니까?
 답) 1) 빨리 가려고 (44%), 2) 다리가 없어서 (28%), 3) 하천을 건너기 위해(14%), 4) 기타(14%)

설문 5: 징검다리를 이용하신다면 얼마나 자주 이용하십니까?
 답) 1) 주1회 이하 (58%), 2) 주 2회 이하 (18%), 3) 매일 (26%)

설문 6: 징검다리를 이용하는 시간대는 언제입니까?
 답) 1) 주간 (85%), 2) 야간 (15%)

설문 7: 비가 오는 상황에서 Fig. 12와 같이 수위가 오르지 않은 상황의 징검다리를 건너시겠습니까?

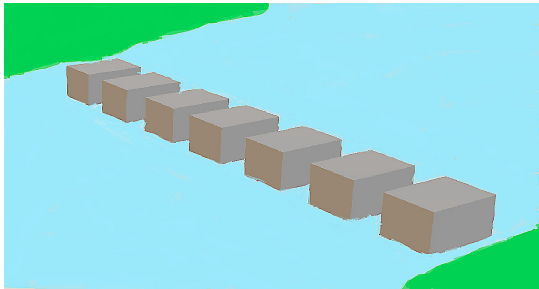


Fig. 12. The usual stepping stone without rising water levels

답) 1) 건너다(96%), 2) 건너지 않는다(4%)

설문 8: 비가 오는 상황에서 Fig. 13과 같이 하천수위가 오르는 상황이라면 징검다리를 건너시겠습니까?

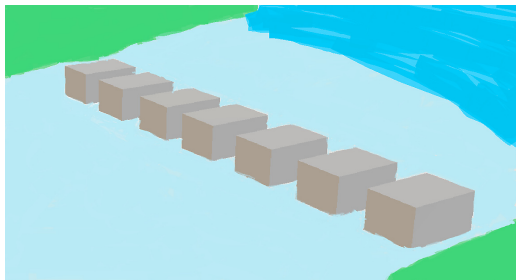


Fig. 13. Stepping stone on which the water level rose on a rainy day

답) 1) 건너다(64%), 2) 건너지 않는다(36%)

설문 9: 비가 오는 상황에서 하천 수위가 오르는 상황에서 Fig. 14와 같이 징검다리 초입부의 디딤돌이 잠기고 있는 징검다리를 건너시겠습니까?

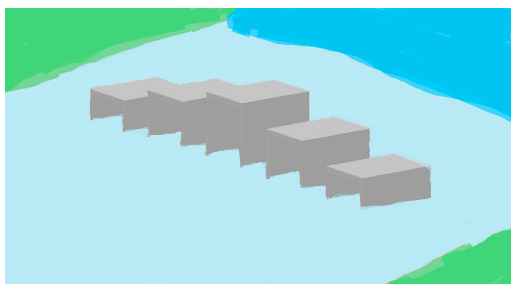


Fig. 14. Stepping stone submerged at both ends on a rainy day

답) 1) 건너다(10%), 2) 건너지 않는다(90%)

설문 9-1: 징검다리의 초입부 디딤돌이 잠겨있을 경우, '징검다리를 건너지 않는다'를 선택한 경우, 그 이유는 무엇입니까?

답) 1) 위험해 보여서 (53%, 48명), 2) 신발이 젖어서 (32%, 29명), 3) 기타(15%, 13명)

설문 9-2: 징검다리의 초입부 디딤돌이 잠겨있을 경우, '징검다리를 건너다'를 선택한 경우, 그 이유는 무엇입니까?

답) 1) 젖지 않는 신발이어서 (60%, 6명), 2) 유령한 통로라서 (40%, 4명)

설문 9-2.1: 징검다리의 초입부 디딤돌이 잠겨있을 경우, '징검다리를 건너다'를 선택한 경우, 급류에 휩쓸리는 위험한 상황이 발생할 수 있습니다. 이러한 위험을 선택하기 전에 알고 계셨습니까?

답) 1) 알고 있다(50%, 5명), 2) 모르고 있다(50%, 5명)

설문 대상자(20대, 100명)는 대부분 주변에 징검다리가 있는(80%), 도시화한 지역(86%)에 살고 있으며, 모두 징검다리를 이용한 경험이 있다. 징검다리를 이용하는 가장 큰 이유는 징검다리가 지름길 ('빨리 가려고', '큰 다리는 멀어서' 등 전체 답변자의 72%)이며, 하천을 건너는 다른 대안이 없는 경우 또한 전체 답변자의 14%이다. 매일 이용하는 보행자는 26%, 주 1회 이하 58명으로 주 보행로로 이용하는 부분은 낮게 설문 되었다. 주 이용하는 시간대는 낮대로 전체 답변자의 85%, 야간에 이용하는 비율이 전체 답변자의 15%로 조사되었다. 설문 결과 징검다리의 이용빈도가 예상보다 높음을 확인하였다. 특히 매일 이용하는 보행자 (26%)가 하천을 건너는 다른 대안이 없이 우천시에 밤 시간대 이용(15%)하는 경우가 위험에 가장 노출된 경우로 판단된다.

하천수위가 급격히 오를 수 있는 비가 오는 상황에서 징검다리를 건너려는 답변은 전체 답변자의 96%에 육박하였지만, 수위가 올라 징검다리가 월류될 수 있는 상황에서 징검다리를 건너겠다는 답변자는 전체 답변자의 64%로 조사되었다. 32%가 감소 되었지만, 여전히 64%는 위험에 노출된 결과이다.

징검다리의 디딤돌 초입부가 물에 잠겨있을 때 징검다리를 건너겠다는 답변자는 전체 답변자의 10%로 기

존의 비가 오는 날에도 징검다리를 건너겠다고 답변하였던 64%의 답변자 수보다 54%가 감소하였다. 본 연구에서 제시한 새로운 징검다리의 넷지 효과를 확인할 수 있다. 여전히 10%의 인원이 위험을 감수한 선택을 하였다. 특히 이 10%의 인원 중 6명은 본인의 신발이 젖지 않는 신발이라는 선택이유를 제시하였다. 또한, 이러한 위험에 대한 사전 인식이 충분치 않음은 9-2-1)의 결과에서 확인하였으며, 10명 중 5명만 이러한 위험을 사전에 인식하고 있었다. 나머지 5명은 이러한 위험을 알고 있음에도 건너는 선택을 한 것이다. '나는 괜찮겠지'라는 안일한 "낙관주의와 과신"의 영향으로 생각된다. 이는 사람의 보편적인 특성으로 이를 100% 안전교육으로 막을 수는 없다. 넷지를 활용한 디자인이 필요한 이유이다. 또한 위험한 상황에서 징검다리를 건너는 선택을 한 5명의 경우에도 하천중앙부를 높게 설치한 징검다리를 통하여 "바지가 젖더라도" 안전하게 하천을 건널 수 있다.

이러한 설문 결과를 바탕으로 양끝단 디딤돌이 잠기는 수심을 장화의 발목 깊이 이상으로 계획하여야 한다. 향후 연구와 조사를 통하여 징검다리의 구체적인 제원을 제시하고자 한다.

3. 결론

본 연구에서는 홍수 시 급류에 휩쓸림 사고가 발생하고 있는 징검다리의 안전한 활용을 위해 넷지 이론을 활용하여 자발적인 시민의 의지로 홍수 시 안전한 선택을 하도록 유도할수 있는 새로운 형상의 징검다리를 제시한다.

넷지 이론을 활용하여 양 끝단이 중앙 부분보다 낮은 징검다리 디자인을 고안하였다. 이러한 양끝단이 낮은 징검다리를 통하여, 일정 수위 이상의 위험한 하천 상황에서 자연스럽게 징검다리의 양끝단이 침수되어 진입을 차단한다. 이는 "신발이 젖을 수 있겠는데? 굳이 이걸 감수하면서 건널까?" 또는 "물살이 강해서 위험하지 않을까?"라는 시민의 자연스러운 반응을 유도한다. 20대 남녀, 100명을 대상으로 한 설문 조사 결과, 양끝단을 낮춘 새로운 디자인을 통하여 위험한 상황에서 징검다리를 건너려는 전체 답변자의 64%를 10%로 54% 감소시켜, 디자인의 효용성을 확인하였다. 강우 시에 징검다리 양끝단이 물에 잠겨있을 경우, 징검다리를 건너겠다는 답변자는 전체 답변자의 10%였다. 또한, 나머지 10%의 선택을 한 사람도 징검다리 중앙부를 높인 디자인을 통하여

홍수 시 위험한 상황에 진입하였어도 안전히 안전하게 건널 수 있다.

본연구의 새로운 징검다리 디자인을 통해 별도의 차단 시설 설치와 관리 없이 안전한 징검다리 이용을 유도할 수 있을 것으로 생각된다. 향후 추가 연구 및 실증실험등을 통하여 징검다리 사고가 없는 안전한 하천환경을 만들어 낼 것을 기대할 수 있다.

Reference

- [1] Ministry of Environment, Hydrological Yearbook, Inspection Report, Ministry of Environment, Republic of Korea, pp.13-19.
- [2] D.J.Jeong, Experiment on the impact of typhoons and heavy rain on pedestrians and drivers National Disaster and Safety Research Institute, [cited 2020 August 5], Available From: <https://www.ndmi.go.kr/home/sub.do?menukey=6289&mode=view&no=1301168> (accessed August. 16, 2023)
- [3] Cheongju City, Musimcheon Sewol Bridge Usage Method Paper, Public Blog of Cheong City, [cited 2017 July 12], Available From: <https://m.blog.naver.com/PostView.naver?isHttpsRedirect=true&blogId=cjcityblog&logNo=221049931282> (accessed August. 16, 2023)
- [4] R.H.Thaler and C.R.Sunstein, "Nudge", p.488, Woongjin Think Big, 2022, p.486.
- [5] S.H.Kwon, 50s man, who went missing while crossing a river in Ulsan, found dead in a day, Busan Ilbo, [cited 2023 July 19], Available From: <https://www.busan.com/view/busan/view.php?code=2023071917483409149> (accessed July. 27, 2023)
- [6] G.J.Kang, Drowns a Man in His 20s in Oncheon Stream, Geumjeong Sinmun, [cited 2013 September 30], Available From: <https://www.ibknews.com/news/articleView.html?idxno=12282> (accessed August. 16, 2023)
- [7] G.C.Kim, compensation for the Sewol Bridge and stepping stone accident, Chungcheong Ilbo, [cited 2014 November 23], Available From: <http://www.ccdailynews.com/news/articleView.html?idxno=731456> (accessed August. 16, 2023)
- [8] K.M.Park, The middle school girl who crossed the river from Namyangju disappeared..2nd day searching, Hankyoreh, [cited 2022 August 10], Available From: <https://www.hani.co.kr/arti/area/capital/1054175.html> (accessed August. 16, 2023)
- [9] S.Y.Kim, Taehwagang River Child Rescue Citizen Death Site, Ulsan Maeil, [cited 2008 April 10], Available From: <https://www.iusm.co.kr/news/articleView.html?idxno=>

[420139](#) (accessed August. 16, 2023)

- [10] H.S.Bae, Musimcheon Stepping Bridge If it rains, a casualty, Chungcheong Times, [cited 2011 August 8], Available From: <https://www.cctimes.kr/news/articleView.html?idxno=253455> (accessed August. 16, 2023)
- [11] H.K.Yoon, A man in his 50s was found dead in a stream in Uijeongbu, International news, [cited 2016 July 2], Available From: <https://www.gukienews.com/news/articleView.html?idxno=508805> (accessed August. 16, 2023)
- [12] H.J.Lim, Unconscious elementary school student eventually died in 'Gwangju Pungyeongjeongcheon Accident', Seoul Newspaper, [cited 2021 June 12], Available From: <https://www.seoul.co.kr/news/newsView.php?id=20210613500015> (accessed August. 16, 2023)
- [13] J.S.Woo, Daejeon teenager dies after being swept away by river rapids after dipping his toes out of curiosity, Chosun Ilbo, [cited 2023 July 19], Available From: <https://www.chosun.com/national/regional/2023/07/19/WZ56NJMXRVAVNNI2ZD6EQSXPM/> (accessed August. 16, 2023)
- [14] D.E.Lee, Woman in her 60s died while crossing stepping stones when there was a 'no trespassing' control line, Dispatch, [cited 2023 July 19], Available From: <https://newsfeed.dispatch.co.kr/2257887> (accessed August. 16, 2023)
- [15] K.Bandsma, W.Rauws & G.D.Roo, "Optimising Nudges in Public Space: Identifying and Tackling Barriers to Design and Implementation, Planning Theory & Practice", 22:4, pp.556-571, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1080/14649357.2021.1962957>
- [16] Y.W.Park and H.S.Lee, "A study on the nudge effect in communication design: Focusing on public design cases", Korea Visual Culture Society, no.34, pp.77 - 100, 2019.
- [17] H.S.Lee, "A Study on the Fun Types of Nudgedesign - Classification by Case Analysis", Korean Illustration Society, no58, pp.54-55, 2019. DOI: <https://doi.org/10.37379/JKSIR.2019.58.5>
- [18] Y.J.Kim and J.H.Choi and M.H.Hong, "A Study on the Improvement Direction of the School Zone - Focusing on policy and design cases in Korea and Sweden", Journal of the Korea Contents Association, 22(2), pp.116-124, 2022. DOI: <https://doi.org/10.5392/JKCA.2022.22.02.116>

이 호 상(Hyo-Sang Lee)

[정회원]



- 2001년 10월 임페리얼 칼리지 토목환경공학과 (석사)
- 2006년 5월 임페리얼 칼리지 토목환경공학과 (박사)
- 2006년 7월 ~ 2007년 6월 : 독일 햄름홀츠 환경연구소 마리퀴리언 구원
- 2007년 9월 ~ 현재 : 충북대학교 토목공학부 교수

<관심분야>

수문, 수자원, 수력에너지, 환경

김 동 영(Dong-Young kim)

[준회원]



- 2020년 3월 ~ 현재 : 충북대학교 토목공학부 (학사과정)

<관심분야>

수문, 수자원, 수력에너지, 환경

천 호 권(Ho-Kwon Cheon)

[정회원]



- 1998년 2월 : 동의대학교 토목공학과 (학사)
- 2020년 2월 : 충북대학교 대학원 토목공학과 (석·박사통합수료)
- 1997년 12월 ~ 2020년 3월 : ㈜이산 상무
- 2020년 3월 ~ 현재 : ㈜솔마 대표

<관심분야>

수문, 수자원, 수력에너지, 환경

안 상 역(Sang-Eok Ahn)

[정회원]



- 2010년 2월 : 충북대학교 대학원 토목공학과 (수공학석사)
- 2018년 2월 : 충북대학교 대학원 토목공학과 (수공학박사수료)
- 2010년 3월 ~ 2022년 10월 : ㈜이산 부장
- 2022년 11월 ~ 현재 : 주식회사 솔마 부장

〈관심분야〉

수문, 수자원, 수력에너지, 환경