

(続紙 1)

京都大学	博士（農学）	氏名	堀内 成郎
論文題目	鋼製格子型砂防ハイダムの土砂調節機能に関する研究		
（論文内容の要旨） 我が国では頻発する土石流災害を未然に防ぐため、古くから砂防堰堤の建造が進められてきており、昭和20年代からは堰堤の土砂調節機能の向上を狙って、さまざまなタイプの透過型砂防堰堤が施工されてきている。しかし、そのタイプや機能に対する考え方は時代によって、あるいは研究者間で変遷が見られ、砂防の現場においても試行錯誤が繰り返されてきた。 我が国で初めて施工された鋼製格子型砂防堰堤は1979年に完成した小六郎沢砂防堰堤であるが、この頃を境として、透過型、土石流対策の考え方は、大きく変化している。すなわち土石流対策で透過型砂防堰堤に期待する機能が調節から捕捉へ転換され、最近では、掃流区間にもこの考えを広げつつあり、機能面において土砂生産源の砂防堰堤と、流出土砂を制御する砂防堰堤を明確に使い分けるという考え方が主流になってきている。 このような経緯を経て、近年ようやく透過型砂防堰堤の砂防計画上の位置付けが明確になりつつあり、水路実験や現地観測に加えて数値解析による透過型砂防堰堤の検討も多く見られるようになってきた。 そして、2007年には国土交通省の土石流・流木対策指針が改訂されて、河床勾配の大小や堰堤高さによる透過型砂防堰堤の区分・制限が無くなり、堰堤高さ15m以上の透過型砂防堰堤も計画され始めているが、これまでその土砂調節機能に関する研究はほとんど実施されていない。また、これまでの透過型砂防堰堤に関する実験は、河床勾配が12°以上の急な勾配区間を対象としたものがほとんどで、緩勾配区間を対象にした水理実験はおこなわれてこなかった。しかし、最近では河床勾配が10°未満の緩勾配の場所に透過型砂防堰堤が施工されることも多くなってきており、土石流・流木対策指針の改訂を受けて、今後は透過型が砂防堰堤の主流になっていくものと思われる。 本研究では、透過型砂防堰堤のうち、鋼製格子を有する透過型砂防堰堤で、堰堤高さが15m以上のハイダムを「格子型砂防ハイダム」と略称し、その機能検証を行うことを目的として、水路実験、水理模型実験と数値解析を実施した。 水理模型実験では、富士川水系早川支川の雨畑川流域の支溪をモデル流域に設定した。対象流域の上流には過去数度の豪雨による土砂移動現象によって現在も多くの不安定土砂が河道内に堆積しており、このような場所で透過型堰堤を計画するにあたっては、その土砂調節機能を検証しておく必要がある。これまでこのような実験の事例はほとんど無く、特に透過型砂防ハイダムを想定した、土砂捕捉やピーク流量制御を含む土砂調節機能を議論した実験あるいは数値解析に基づいた研究は行われていなかった。本研究では、水理実験および数値解析を実施して、透過型であっても適正な格子間隔を設定すれば、河床勾配の緩い区間でも格子型砂防ハイダムに十分な土砂コン			

トロール機能が期待出来ることを明らかにした。

直線水路を用いた実験においては、天然ダム決壊型、定常土石流型および擬似定常土石流型の3種の土石流形態を想定し、巨礫成分の移動や土砂輸送濃度に着目した実験を行って、土砂捕捉が最も期待される格子間隔・格子形状を検証した。

次にその格子形状を持つ砂防ハイダムの水理模型実験を行い、堰堤堆砂域に発生する砂州に起因する平面的な流路変動の影響や格子の鉛直方向で現れる土砂捕捉機能の違いを示した。

また、モデル流域内の既往崩壊発生箇所を参考にして天然ダムの形成シナリオを設定し、その天然ダムの越流決壊現象を想定した水理模型実験を行って、小規模な天然ダムの越流決壊であっても堰堤水通しの設計流量を上回るピーク流量が発生する可能性があること、また堰堤が透過型であっても、天然ダムの越流決壊によって発生する土石流の流出土砂およびピーク流量が十分調節されることを明らかにした。

一方、土石流の1次元数値解析を実施し、解析モデルおよびダム湛水域とダム下流区間に分割して解析を行う手法の適用性を実験データによって検証した。さらに、越流決壊に伴うピーク流量に及ぼす天然ダムの縦断形状に関する感度分析を行って、台形よりも三角形形状の天然ダムでピーク流量が大きくなることを示した。また、下流側の法勾配の影響について下流法面の勾配が小さい程、土石流のピーク流量は小さくなることを示した。

また、格子型砂防ハイダムがある程度堆砂した後、ハイダム上部の鋼製格子に取り外し可能な鋼製ネットのような機能部材を設置することによって、土砂調節機能を簡便に向上させることができるという考え方を模型実験によって検証し、機能部材の使用が、一般的な透過型砂防堰堤を対象とした人為的な土砂調節に拡張できることを示した。

注) 論文内容の要旨と論文審査の結果の要旨は1頁を38字×36行で作成し、合わせて、3,000字を標準とすること。

論文内容の要旨を英語で記入する場合は、400～1,100 wordsで作成し
審査結果の要旨は日本語500～2,000字程度で作成すること。

(続紙 2)

(論文審査の結果の要旨)

我が国では土石流災害を防ぐため砂防堰堤の建造が進められてきており、さまざまなタイプの透過型砂防堰堤が施工されてきている。2007年に国土交通省の土石流・流木対策指針が改訂され、堰堤高さ15m以上の透過型砂防堰堤も計画され始めたが、これまでその土砂調節機能に関する研究は十分ではない。本研究は、透過型砂防堰堤のうち、鋼製格子を有するスリット型砂防堰堤で、堰堤高さが15m以上のハイダムを「格子型砂防ハイダム」と略称し、その機能検証を行うことを目的として、水理模型実験や数値解析を実施したもので、評価できる点は以下のとおりである。

1. 直線水路実験においては、天然ダム決壊型、定常土石流型および擬似定常土石流型の3種の土石流形態を想定し、巨礫成分の移動や土砂輸送濃度に着目した実験を行って、土砂捕捉が最も期待される格子間隔・格子形状を検証した。

2. 格子形状を持つ砂防ハイダムの水理模型実験を行い、堰堤堆砂域に発生する砂州に起因する平面的な流路変動の影響や格子の鉛直方向で現れる土砂捕捉機能の違いを示した。

3. モデル流域内の既往崩壊発生箇所を参考にして天然ダムの形成シナリオを設定し、その天然ダムの越流決壊現象を想定した水理模型実験を行って小規模な天然ダムの越流決壊であっても堰堤水通しの設計流量を上回るピーク流量が発生する可能性があること、また堰堤が透過型であっても、天然ダムの越流決壊によって発生する土石流の流出土砂およびピーク流量が十分調節されることを明らかにした。

4. 土石流の1次元数値解析を実施し、解析モデルおよびダム湛水域とダム下流区間に分割して解析を行う手法の適用性を実験データによって検証するとともに、越流決壊に伴うピーク流量に及ぼす天然ダムの縦断形状に関する感度分析を行って、三角形形状のピーク流量が大きくなること、下流法面の勾配が小さい程、土石流のピーク流量は小さくなることを示した。

5. 透過型砂防ハイダムがある程度堆砂した後、ハイダム上部の鋼製格子に取り外し可能な鋼製ネットのような機能部材を設置することによって土砂調節機能を簡便に向上させることができるという考え方を模型実験によって検証した。

以上のように、本論文は格子型砂防ハイダムの機能を水路実験、数値解析で明らかにし、小規模天然ダムの越流決壊時の効果確認、土砂捕捉機能の向上の提案を行ったもので、山地保全学、砂防学、森林科学、自然災害科学に寄与するところが大きい。

よって、本論文は博士（農学）の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成23年6月21日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士（農学）の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。

注) Webでの即日公開を希望しない場合は、以下に公開可能とする日付を記入すること。

要旨公開可能日： 年 月 日以降