

タンクモデルによる広域的な危険度評価をミクロな鉄道斜面に適用した事例

東海旅客鉄道(株) (正) 松田 猛 (正) 舟橋 秀磨 (正) 梅田 博志
 国土館大学 (フェロー) 岡田 勝也 (財) 鉄道総研 (正) 杉山 友康

1. はじめに

タンクモデル¹⁾は、降雨時における河川の流量予測のために開発され、流域に降った雨が時間遅延をともなつて河川へ流れ込む状況をモデル化したものである。その概念を応用し、降雨に対する広域的な斜面の危険度を評価することができる。その代表例として、気象庁の「土壌雨量指数」があり、大規模土砂災害発生時の警報発令指標として用いられている²⁾。

一方、鉄道を構成する代表的構造物である盛土・切取では、長年にわたる使用および積み重ねてきた防災対策工事により「崩壊」等の土砂災害発生時の絶対数は減ってきているものの、豪雨時等に一度災害が生じると鉄道輸送に多大なる障害を与えてしまうことから、現行の運転規制値とともに耐雨強度の評価が重要となる。

広域的なタンクモデルによる危険度評価をミクロな鉄道斜面への適用したので、概要を紹介する。

2. 災害発生時間帯とタンクモデルの関係

JR 東海では、降雨に対する運転規制指標として「時雨量」と「連続雨量」を用いている。これらは周辺環境や経験的なものから定められた指標であり、実務的にはその役割を十分果たしているものの、盛土・切取の崩壊発生危険度を定量的に評価する指標ではないため、盛土・切取の崩壊発生に密接な関係がある土中水分量を定量的に評価できるタンクモデル(図2)に着目した。過去の「崩壊」と呼ばれる土砂災害発生時間帯と時雨量、連続雨量およびタンクモデルにより推定した土中水分量(タンク貯留高)との関連性を検証し、盛土・切取の崩壊発生危険度の時間的推移を評価することを試みた。

盛土・切取における過去の土砂災害(土石流等自然斜面において発生した災害や部外からの雨水流入等による災害を除く)時のアメダス雨量を検証すると、一連の降雨の中で最も時雨量の大きな時間帯(以下、時雨量のピーク)と災害発生時間帯に関連があることが推定できた。しかし、土砂災害発生時間帯が特定できる図3(盛

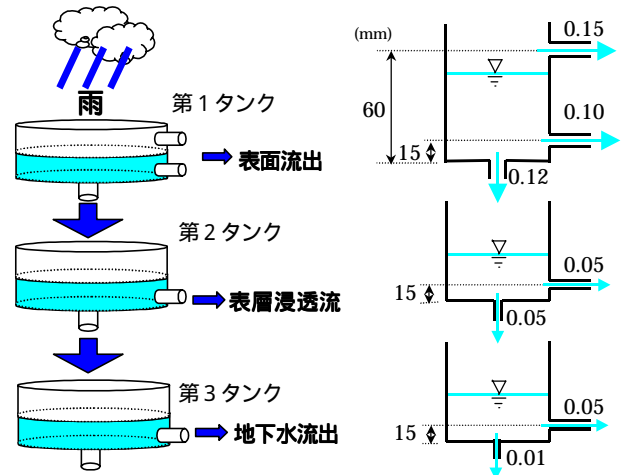


図1 タンクモデルの概念²⁾

図2 タンクモデルのパラメータ

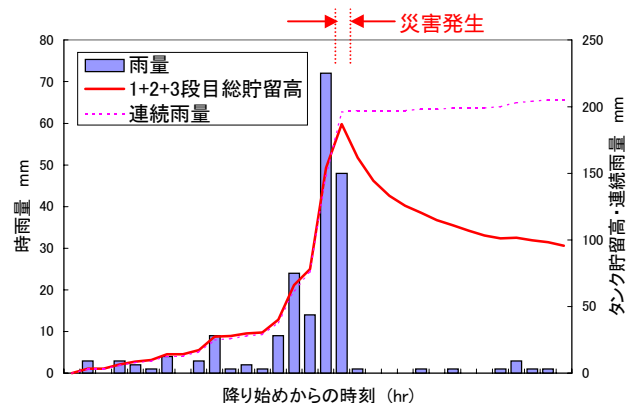


図3 盛土における災害発生時間帯の検証

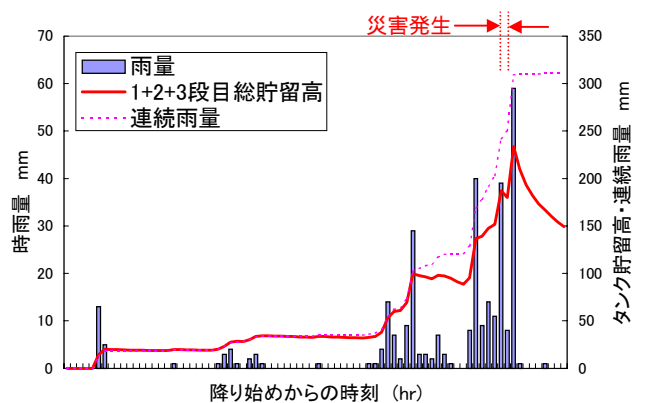


図4 切取における災害発生時間帯の検証

Keyword タンクモデル, 土壌雨量指数, 鉄道斜面, 土砂災害

連絡先: 〒453-8520 名古屋市中村区名駅一丁目3番4号 tel: 052-564-2603 fax: 052-564-2603

土) 図4(切取)の事例について土砂災害発生時間帯を検証してみると、図3では時雨量のピークより少し後に、また、図4では時雨量のピークよりも少し前に災害が発生しており、必ずしも時雨量のピークとは一致していない事例があった。また、連続雨量は時間の経過とともに増加し、一連の降雨の中でより高くなる時間帯で災害が発生しており、運転規制の指標としては有効と考えるが、時間の経過とともに増加し続ける連続雨量のみから災害発生時間帯を推定することはできない。タンクモデルは、土中の水分量とともに土中からの流出量も算定しているため、図4においてもわかるように無降雨の時間帯ではタンク貯留高は減少している。一連の降雨の中で時雨量の増減に追従しながらタンク貯留高は増えており、貯留高がより高くなる時間帯で災害は発生している。よって、災害発生時間帯の検証から、鉄道の盛土・切取における崩壊災害発生時間帯を推定する場合、タンクモデルのタンク貯留高で説明できると考えられる。

3. 災害時雨量とタンクモデル貯留高の相関関係

鉄道の運転指標である「時雨量」と「連続雨量」が、図2のような3段直列のタンクモデルの各貯留高にどのような影響を与えるか検証を行った。

過去の盛土・切取における崩壊災害発生時のアメダス雨量データを用い、一連の降雨の中で最も危険な時間帯を2の考察より全タンクの貯留高最大時間帯と仮定し、その時間帯における時雨量を縦軸に、各タンク貯留高を横軸にプロットした(図5)。その結果、表1のように、相関係数は時雨量とタンクモデル1段目貯留高が最も高くなり、2段目および3段目との相関は見受けられなかった。

また、災害発生仮定時間帯における連続雨量と各タンク貯留高の相関も調べたところ、表1のように、連続雨量はタンクモデル1段目貯留高との相関は低く、2+3段目貯留高との相関が最も高くなった(図6)。

以上より、JR東海の雨量指標である時雨量の影響はタンクモデル1段目貯留高、連続雨量の影響はタンクモデル2+3段目貯留高に強く現れると推定される。ただし、時雨量の相関関係においては相関値が決して高いとは言えず、図2で示したタンクモデルのパラメータを、鉄道斜面に降り注ぐ雨の流出形態を考慮して変更する必要があると考えられる。

4. 今後の課題

降雨時における広域的な危険度評価手法であるタンクモデルは、ミクロな鉄道斜面においてもその危険度を評価する上で有効な手段だと考えられる。現在、タンクモデルのパラメータを鉄道斜面における雨水の流出形態に適したものとするための検討を行っている。今後、鉄道斜面を的確に評価するタンクモデルを構築し、雨量計受持区間における耐雨強度を評価し、現行の運転規制に反映させることを検討していきたい。

(参考文献) 1) 土木学会：水理公式集 [平成11年版]. P.41
 2) 例えば 岡田憲治(2000)：土壌雨量指数開発の現状. 気象、日本気象協会 '00 - 9, 44・9

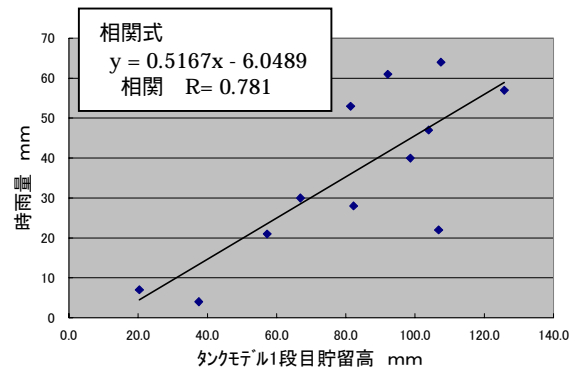


図5 災害発生推定時間帯における時雨量とタンク1段目貯留高の相関関係

表1 過去の災害時雨量と各タンクモデル貯留高の相関係数 R

	時雨量	連続雨量
1段目のみ	0.781	0.483
2段目のみ	0.504	0.917
3段目のみ	0.047	0.800
1+2段目	0.734	0.669
2+3段目	0.279	0.953
1+2+3段目	0.644	0.876

直線近似による

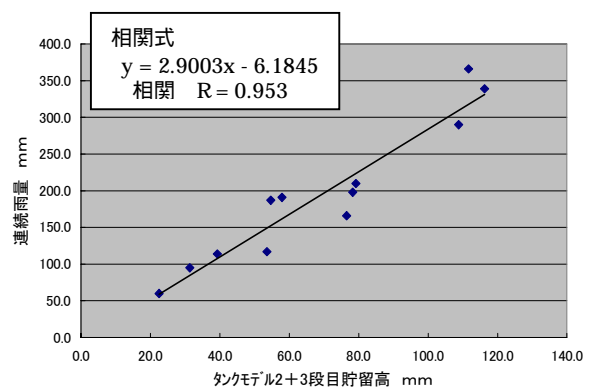


図6 災害発生推定時間帯における連続雨量とタンク2+3段目貯留高の相関関係