

高密度作業道の低コスト工法に関する研究

[平成 20～23 年度]

荒川純彦・新井一司・中村健一・鳥海晴夫・志々目陸夫*・矢部和弘*・菅原 泉*
(緑化森林科・*東京農大)

【要 約】多摩地域における作業道の災害発生条件を分析するとともに、排水施設の有効な設置方法等を明らかにした。また、これまでに得られた知見等に基づき、奥多摩町において実際に作業道を作設するとともに、「作業道設計・作設マニュアル」を作成した。

【目 的】

作業道は、林業の機械化を推進し、低コスト化や生産性の向上を図る上で重要な施設である。近年は、間伐だけでなく育林や保護管理など長期的に利用でき、災害に強い低コストの作業道が求められている。そこで、多摩地域において作設された作業道について、その特徴や被災事例、経済性等を調査して、総合的な分析評価を行い、多摩地域に適した「作業道設計・作設マニュアル」を作成する。

【成果の概要】

1. 合理的設計・施工の技術開発

(1) 降雨による路面洗掘状況調査

多摩地域に作設された作業道（表 1）のうち 2 路線で路面洗掘箇所を調査した結果、縦断勾配が 9° 以上になると洗掘の発生が増え、 11° 以上ではほとんどの箇所で洗掘が確認された。このことから、洗掘の発生する縦断勾配が $9\sim 10^\circ$ であることがわかった（図 1）。

また、横断勾配の傾斜方向と洗掘の深さの間に有意な差が見られた。横断勾配が谷側に傾斜している場合は分散排水されるため洗掘の深さが軽減されるが、山側に傾斜している度合いが高いと流水が集中して洗掘が深くなることがわかった（表 2, 図 2）。

(2) 作業道構造の実態調査

東京都における作業道の特徴を把握するため、既設作業道 4 路線について現地調査を行うとともに、青梅市とあきる野市の 2 路線について現況測量を行った。

その結果、作業道には、林道規程（3 級林道）と比較した場合、曲線半径が規程の下限を下回る厳しいカーブや、縦断勾配が規程の上限を上回る急勾配箇所が多いという特徴があることがわかった（図 3, 図 4）。

(3) 横断排水溝の機能調査

雨水による路面侵食を防ぐ上で重要な構造物である横断排水溝について、その工種、設置角度、土砂の堆積量等を調査した。この結果、構造が簡単で施工が容易なため、横断溝の 9 割以上がゴム製で施工されていた。

そこで、ゴム製の横断排水溝（図 5）について設置角度と土砂堆積量の関係を調べ、最適な設置角度を検証した（表 3）。

その結果、例えば縦断勾配が 11° の場合は、作業道の中心線に対して設置角度を 57° にすると、維持管理の省略化と設置コスト低減の両面から最適であることがわかった。

(4)被災原因の調査

既設作業道 12 路線について 2011 年 7 月から 10 月にかけて現地調査を行い、路線の概況や線形、設置工作物などの特徴を整理した。

また、発生した災害の特徴を整理するとともに、特に重大な災害である路側崩落（図 6）と路肩クラック及び路面沈下（図 7）について被災程度の判断基準を定め、発生原因と考えられる因子について数量化Ⅱ類を用いて解析した。これによると、40°以上の急傾斜地という条件が路側崩落の危険性が高い条件であること、丸太組などの路側構造物が崩落抑止に効果があることが示唆された（図 8，表 4）。一方で、作業道の線形（曲線半径および縦断勾配）や土質等の条件は、傾斜に比べると斜面崩落への関与が低いことが示唆された。

2. 低コスト作業道の作設

多摩地域における作業道設計施工技術を実証するため、40°を越える急傾斜地において作業道を作設した。路線の選定や構造物の設置、線形の工夫等に留意して施工した結果、急峻な地形でも 1 mあたり 1 万円以下で災害に強い作業道が作れる可能性が示された。

3. 多摩地域における作業道の合理的設計手法

本研究により、多摩地域で作業道を作設する際、特に留意する点として、以下の事項が明らかになった。これらは「作業道設計・作設マニュアル」に反映する。

(1)「森林作業道作設指針（平成 22 年 11 月 17 日林野庁長官通知）」では、『作業道における構造物はやむを得ない場合に限り設置すること』とされているが、地形が急峻な多摩地域では、盛土部の路側崩落を防ぐため、必要に応じて丸太組などの構造物を設置する。

(2)雨水が一箇所に集中し路面洗掘や路側崩落が発生する危険性を回避するため、縦断勾配と線形に小刻みに変化を付ける、いわゆる波形線形での施工を検討する。

(3)縦断勾配が 9°（17.6%）を越える箇所では、洗掘の危険性が高まるため横断排水溝での水処理を行う。この際、横断排水溝を作業道の中心線に対して角度を付けて設置することで土砂の堆積を防ぐことができ、維持管理の省力化が図れる。

4. 維持管理の重要性

一連の調査から、作業道の被災を防ぐためには、作設後の維持管理が極めて重要であることがわかった。特に、作業道における災害の大半は雨水が原因で発生していることから、日頃の巡視や維持管理は、排水対策の不十分な箇所の把握、排水施設の機能状況確認など、雨水処理に注意して行う必要がある。

【成果の活用・留意点】

1. 本研究の成果を基に作成した「多摩地域に適した作業道設計・作設マニュアル」については、普及部門と連携して森林所有者や林業事業者への周知を図る。

【発表資料】

1. 平成 23, 24 年度東京都農林総合研究センター森林・林業発表会
2. 平成 20, 22, 23 年度成果情報

【具体的データ】

表1 調査対象路線と調査内容

番号	所在	延長 (m)	標準幅員 (m)	調査実施状況			
				1 洗掘 状況調査	2 横断排水 機能調査	3 作業道 実態調査	4 被災 原因調査
1	日の出町	1,279	2.0~2.5				○
2	日の出町	244	2.0				○
3	青梅市	2,218	2.0~3.0				○
4	青梅市	3,007	2.5~3.0				○
5	青梅市	929	2.5~3.0				○
6	青梅市	1,855	2.5			○	○
7	八王子市	4,747	2.5				○
8	檜原村	7,543	2.5~3.0	○	○	○	○
9	檜原村	150	2.5~3.0				○
10	檜原村	1,402	2.5~3.0				○
11	あきる野市	1,084	2.5~3.0			○	○
12	日の出町	1,602	3.0				○
13	あきる野市	4,300	2.5~3.0	○		○	

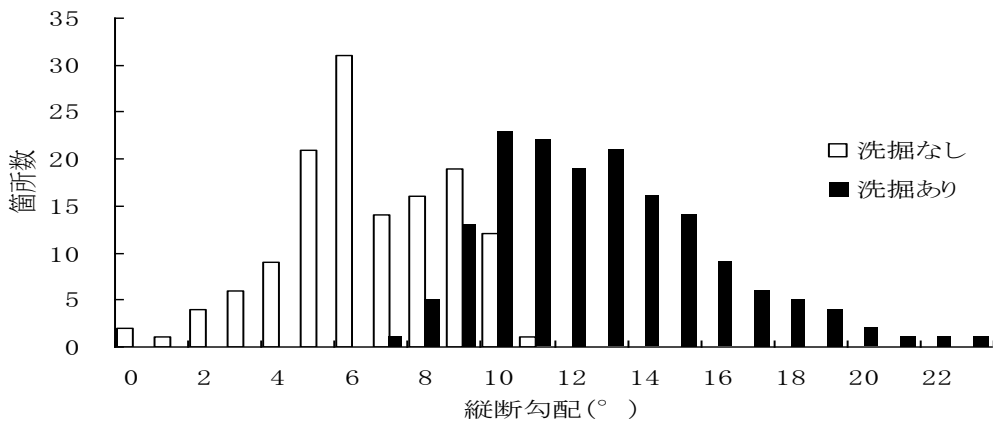


図1 縦断勾配と洗掘発生箇所数の関係

表2 傾斜方向による洗掘の深さの関係

傾斜方向	谷側	山側	p値(t検定)
洗掘の深さ(cm)	0.7±1.0	1.8±2.4	p<0.05

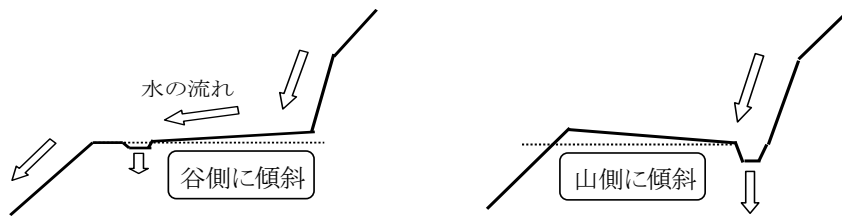


図2 横断勾配の傾斜方向による洗掘の概要

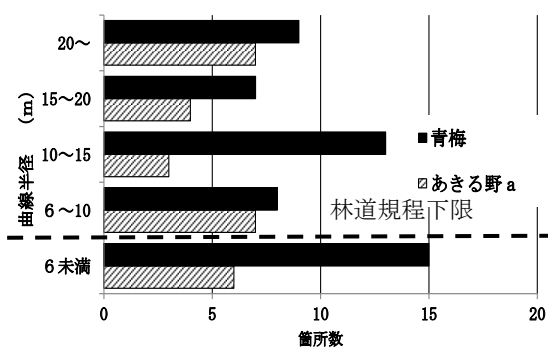


図3 作業道の曲線半径分布

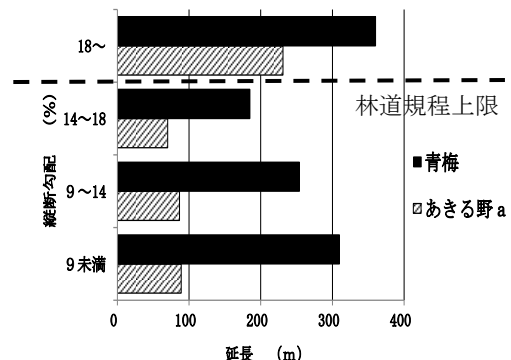


図4 作業道の縦断勾配分布

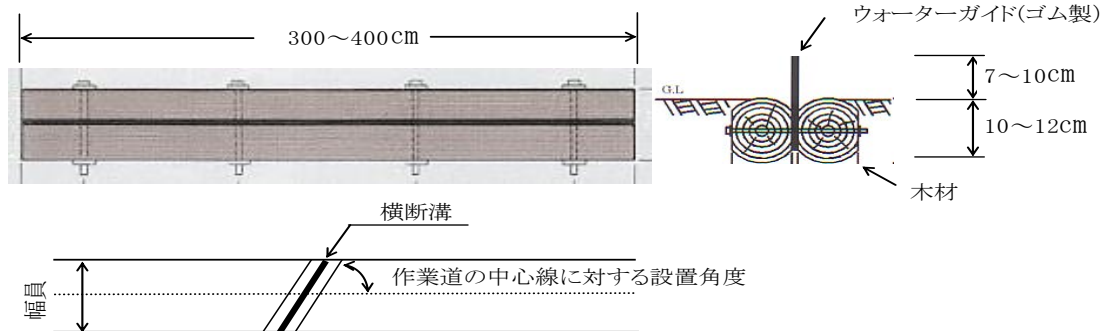


図5 横断排水溝（ゴム製）標準施工図

表3 横断排水溝の設置角度と縦断勾配による傾斜角
② (単位:度)

設置角度(°)	縦断勾配(°)							
	9	10	11	12	13	14	15	
65	3.8	4.2	4.6	5.1	5.5	5.9	6.3	
64	3.9	4.3	4.8	5.2	5.6	6.1	6.5	
63	4.1	4.5	5.0	5.4	5.9	6.3	6.7	
62	4.2	4.7	5.1	5.6	6.0	6.5	6.9	
61	4.3	4.8 ①	5.3	5.8	6.2	6.7	7.2	
60	4.5	5.0	5.5	5.9	6.4	6.9	7.4	
59	4.6	5.1	5.6	6.1	6.6	7.1	7.6	
58	4.7	5.3	5.8	6.3	6.8	7.3	7.9	
57	4.9	5.4	6.0	6.5	7.0 ③	7.5	8.1	
56	5.0	5.6	6.1	6.7	7.2	7.7	8.3	
55	5.1	5.7	6.2	6.8	7.4	7.9	8.5	

- ① 傾斜角6°未満では、土砂が堆積し管理コストが増大する。
- ② 傾斜角6°以上が得られる最適な設置角度
- ③ 設置角度が小さくなると横断溝の延長が延びるため、設置コストが増大する。



図6 路側崩落



図7 路肩クラックと路面沈下

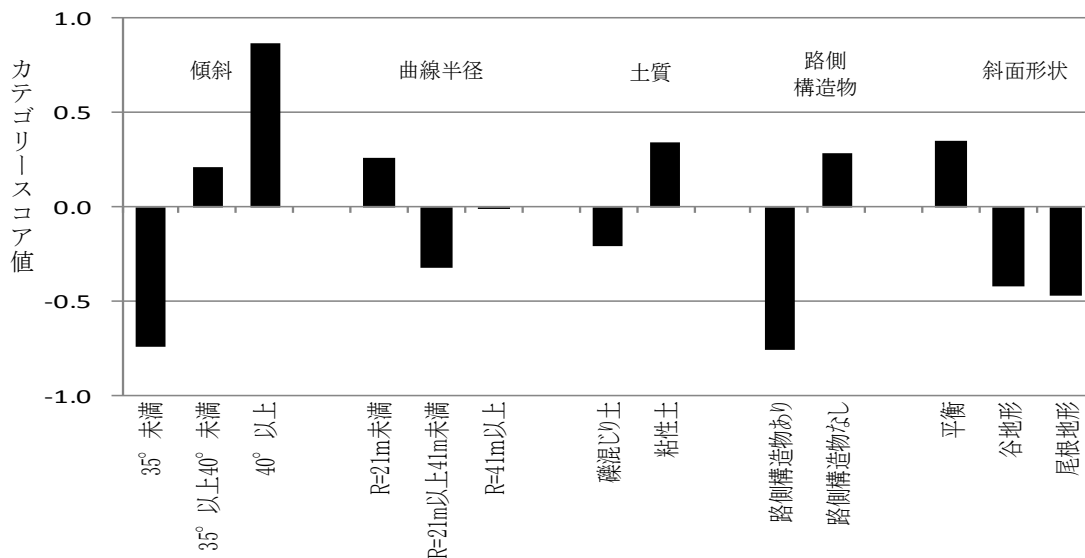


図8 数量化Ⅱ類の解析による、路側崩落に関する要因のカテゴリースコア値 (路側崩落の程度は表4であり、スコア値が大きいほど崩落しやすいことを意味する。)

表4 路側崩落の程度および数量化Ⅱ類解析によるカテゴリースコア値

ランク	路側崩落の程度	カテゴリースコア値
1	路側崩落の兆候が見られない安全な状態	-0.40
2	盛土の路肩部にクラックが発生し、路面の陥没も始まった状態	0.91
3	路側が崩落し、通行に支障が生じている状態	0.87