

盛土勾配と路網作設費

大川畑修・田中利美 (森林総研)

要旨：林道の盛土勾配を1割5分(33.7°)とし、高さ5mごとに幅0.5mの小段を設ける場合、盛土全体の勾配は1割6分(32.0°)に近づき、この構造の盛土を1.6型とする。同様な構造で、盛土勾配を1割2分(39.8°)とする場合、盛土全体の勾配は1割3分(37.6°)に近づき、この構造の盛土を1.3型とする。1.6型では、地形傾斜が31°以下のときに盛土が可能で、地形傾斜が32°以上のときには全切あるいは擁壁の作設が必要となる。計算例においては全切とすることにした。1.3型では地形傾斜36°まで盛土が可能である。盛土勾配関係費は1.3型の方が1.6型よりも安価で、特に地形傾斜32~36°のときに両者の差は大きく、1.3型は1.6型の54.5%となる。

キーワード：盛土勾配、1割5分、1割2分、地形傾斜、盛土勾配関係費

I はじめに

林道事業等公共事業においては、その作設費の低コスト化が求められている。このような状況の中で、盛土勾配が路網作設費に大きな影響を与えることが明らかとなった。すなわち、盛土勾配を1割2分(39.8°)とする場合、盛土勾配を1割5分(33.7°)とする場合よりも、路網作設費はかなり安価となることが明らかとなった。筆者の調査によれば、民有林2級林道において、盛土勾配を1割2分としている箇所は全体の20.4%で、1割5分としている箇所は79.6%となっている。すなわち、大部分の林道は1割5分を採用している状況にある。今後、1割2分を積極的に採用することにすれば、路網の作設費はかなり低下するものと考えられ、以下このことについて述べる。

II 調査方法

盛土勾配と路網作設費との関係を明らかにするための基礎資料として、林道の幾何構造、作設コストの調査分析を行った。調査は、民有林2級林道(民有林林道の67.2%を占める)について、39都道府県43路線の設計書に基づいて行った。幾何構造については、番号杭(20m間隔の杭)の設置箇所853地点について行った。コストについては、43路線の設計書の積算資料に基づいて解析を行い、その平均値を施工単価とした。

III 調査結果

1. **盛土勾配のタイプ** 調査の結果、盛土勾配を図-1の(1)~(4)のように区分した。図の1.5型は盛土勾配が1割5分のときで、1.2型は盛土勾配が1割2分のときである。盛土勾配が1割5分で幅0.5mの小段を高さ5mごとに設置する場合、のり面長がなくなると、盛土全体の勾配は1割6分に近づいていく。このような

構造の盛土を1.6型とする。同様に1割2分のときを1.3型とする。

2. **盛土勾配関係工種、盛土勾配関係費** 盛土勾配の変化が数量的に影響を与える工種を盛土勾配関係工種とする。また、その施工費を盛土勾配関係費とする。盛土勾配関係工種は表-1に掲げるとおりである。また、後述の計算に用いる施工単価は同表に掲げるとおりである。残土処理費の単価は表-2に示すとおりである。

3. **切土勾配** 林道の切土のり面勾配について、林道技術基準(1)は以下のように規定している。「切土のり面勾配は、普通の土砂にあつては1:0.8、堅結度の高い土砂にあつては1:0.6及び岩にあつては1:0.3を標準とし、現地の自然条件、切土高、のり面保護工の種類

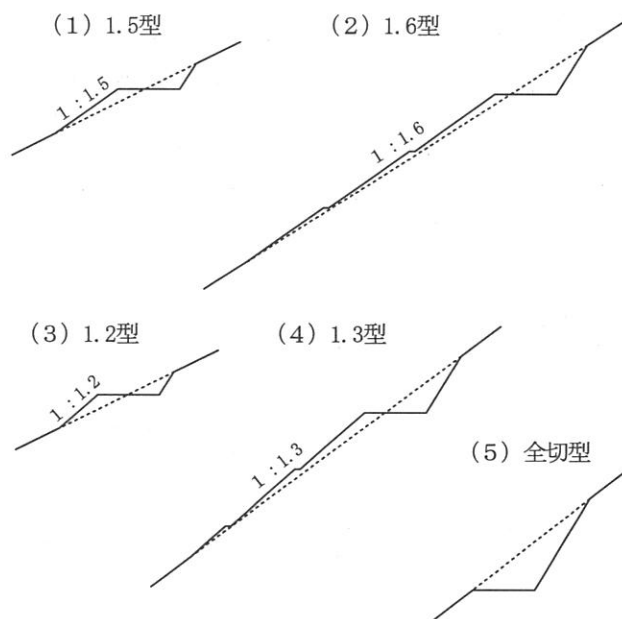


図-1. 盛土勾配等のタイプ

類, 施工性, 既往の実績等を勘案して増減する。以上より, 大略的に, 切取り面の勾配の大部分は3分(73.3°)~8分(51.3°)の間にあるとすることができる。

表-1. 盛土勾配関係工種, 施工単価

工種 (単位)	土砂類	岩類
切土 (円/m ³)	270	739
盛土 (円/m ³)	293	293
切土のり面整形 (円/m ²)	771	1,193
盛土のり面整形 (円/m ²)	315	315
切土のり面緑化 (円/m ²)	3,968	5,348
盛土のり面緑化 (円/m ²)	185	185

表-2. 残土処理費の施工単価

項目	単位	土砂類	岩類
土砂積込	円/m ³	238	231
残土運搬	円/m ³	567	672
敷均し等	円/m ³	436	436
合計	円/m ³	1,241	1,339

地形傾斜と切土勾配との関係において, 地形傾斜を5°ごとに区分し, 各区分ごとの平均地形傾斜と各地点の切土勾配の平均値との関係は図-2のとおりである。切土勾配は, 地形傾斜が大きくなるにしたがって, 急になる傾向がある。地形傾斜T(°)と切土勾配K(分)との関係式は以下ようになる。

$$0 \leq K \leq 38.7 : K = -0.032T + 7.647 \quad \dots (1)$$

$$38.7 < K \leq 54.1 : K = -0.221T + 14.961 \quad \dots (2)$$

$$54.1 < K : K = 3.0 \quad \dots (3)$$

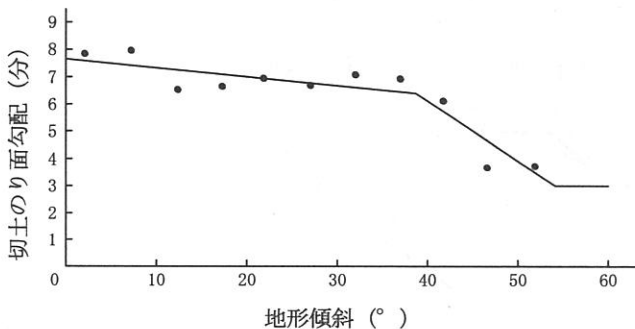


図-2. 地形傾斜と切土勾配

4. 林道の水平部分の幅 林道の水平部分の幅は表-3のとおりで, 合計5.76mである。

5. 排土断面積 路盤工及び側溝工においては排土が生

じる。その断面積は表-4のとおりで, 合計1.22m²となる。

表-3. 林道の水平部分の幅

項目	幅1 (m)	延長率 (%)	幅2 (m)
車道幅員	3.00	100.0	3.00
路肩幅員	0.49	200.0	0.97
拡幅量	1.03	60.6	0.62
側溝幅	0.47	107.4	0.50
ステップ幅	0.31	77.1	0.24
保護路肩	0.38	47.5	0.18
待避所	2.34	7.4	0.17
車廻し	5.74	1.4	0.08
合計			5.76

注: 幅1は幅の実測値の平均値である。幅2は路線全体における幅で, 幅1に延長率を乗じたものである。

表-4. 排土断面積

項目	排土断面積1 (m ²)	延長率 (%)	排土断面積2 (m ²)
路盤工	0.8050	100.0	0.805
側溝工	0.3860	107.4	0.415
合計			1.220

注: 路盤工の排土断面積0.8050m²は, 車道幅員3.00mに拡幅量0.62m, 待避所0.17m, 車廻し0.08mを加えた路盤幅3.87mに路盤厚0.208mを乗じた値である。

6. 土質 土質は土砂類と岩類とに区分した。地形傾斜を5°ごとに区分し, 各区分ごとの平均地形傾斜と各地点の岩類率の平均値との関係は図-3のとおりである。

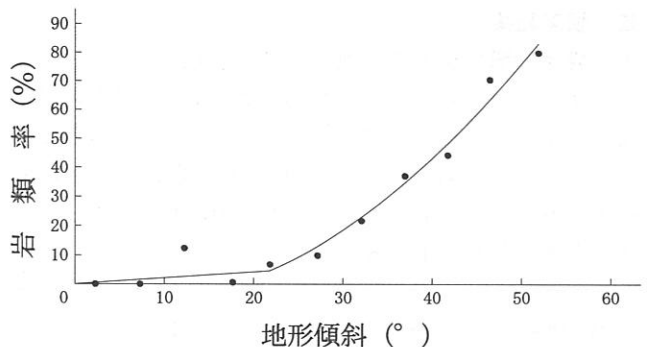


図-3. 地形傾斜と岩類率

各土質の比率をH(%)とすると、TとHとの関係式は表-5のようになる。

7. 盛土のり面長, 切土のり面長, 切土断面積 盛土のり面長は, 地形傾斜が大きくなるに従って増大していく。今回の調査における盛土のり面長の最大値は35.7mであった。このようなことから, 盛土のり面長の設計上の上限値を40mとすることにする。この場合, 1.6型を適用する最大の地形傾斜は31°, 1.3型では36°となる。

以下の条件の下で, 地形傾斜に応じた盛土のり面長, 切土のり面長, 切土断面積を求めると表-6のようになる。

①斜面は平面とする。

②盛土の行いえる場合は, 切盛均衡(切土量と盛土量を

等しくする)とする。土量の計算を正確に行う上では, 土量の変化率, 逸散率等を考慮することが望ましいが, 実際の林道設計においては, 個々の箇所における土量計算に当たっては, これらを考慮しないのが通常である。ここでは土量の変化率, 逸散率等は考慮しないことにする。

③地形傾斜が32°以上のとき, 1.6型は全切とし, 残土処理を行う(表-2)。

④林道の水平部分の幅は5.76m(表-3)とする。

⑤切土断面積には側溝及び路盤工の排土断面積1.22m²を含む(表-4)。

⑥切土勾配は(1)式による。

⑦土質の比率は表-5による。

表-5. 地形傾斜と土質の比率

(単位: %)

区分	地形傾斜(°)	
	0.0~21.8	21.9~55.0
岩類	$H=0.2079T$	$H=0.0413T^2-0.4341T-5.6314$
土砂類	$H=100.000-0.2079T$	$H=-0.0413T^2+0.4341T+105.6314$
合計	H=100	H=100

表-6. 盛土のり面長, 切土のり面長, 切土断面積

地形傾斜(°)	切土勾配(分)	盛土のり面長			切土のり面長			切土断面積		
		1.6型(m)	1.3型(m)	比率(%)	1.6型(m)	1.3型(m)	比率(%)	1.6型(m ²)	1.3型(m ²)	比率(%)
5	7.72	0.90	0.77	85.2	0.09	0.08	91.6	1.25	1.24	99.6
10	7.68	1.60	1.33	82.8	0.53	0.50	95.7	1.65	1.61	97.8
15	7.64	2.60	2.06	79.4	1.08	1.03	95.0	2.31	2.21	95.3
20	7.60	4.16	3.10	74.5	1.82	1.70	93.3	3.31	3.04	91.8
25	7.56	7.08	4.70	66.4	2.91	2.63	90.3	4.97	4.28	86.1
26	7.55	8.02	5.14	64.1	3.20	2.86	89.5	5.45	4.60	84.5
27	7.54	11.00	5.64	51.2	3.56	3.12	87.5	6.11	4.96	81.3
28	7.53	12.68	6.20	48.9	3.98	3.39	85.3	6.91	5.36	77.6
29	7.52	14.90	6.85	46.0	4.46	3.70	83.0	7.89	5.82	73.7
30	7.51	21.67	7.62	35.2	5.07	4.04	79.7	9.26	6.33	68.3
31	7.51	32.32	10.04	31.1	5.90	4.48	75.9	11.41	7.09	62.2
32	7.50	-	11.26	-	8.46	4.96	58.6	20.72	7.91	38.2
33	7.41	-	12.75	-	8.98	5.43	60.5	22.00	8.83	40.1
34	7.21	-	14.59	-	9.32	5.86	62.9	22.99	9.82	42.7
35	7.00	-	20.05	-	9.66	6.42	66.5	24.00	11.30	47.1
36	6.79	-	27.97	-	9.99	7.11	71.2	25.02	13.29	53.1

注: 比率は1.6型に対する1.3型の比率である。

8. 盛土勾配関係費 図-4は盛土勾配関係費の計算結果を示したものである。図からわかるように、1.3型は1.6型より安価で、地形傾斜が大きくなるほど、両者の差は大きくなる。全切は1.6型、1.3型よりも高価である。

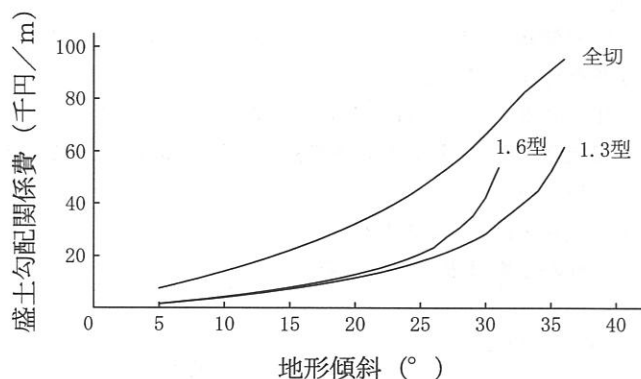


図-4. 地形傾斜と盛土勾配関係費

地形傾斜が32~36° のとき、1.3型は盛土が可能であるが、1.6型は盛土が困難なため、両者の盛土勾配関係費の差は大きくなる。地形傾斜が32~36° のときの1.6型と1.3型の盛土勾配関係費の平均値は表-7の直接費のようになる。間接費は直接費の64.7%との調査結果がある(2)。表-7の間接費は直接費にこの値を乗じたものである。間接費を含めた1.6型と1.3型との差引は65,134円/mとなる。また、比率は54.5%となる。

表-7. 盛土勾配関係費の直接費及び間接費

項目	①1.6型	②1.3型	差引	比率
	(円/m)	(円/m)	①-② (円/m)	②/① (%)
直接費	86,881	47,334	39,547	54.5
間接費	56,212	30,625	25,587	54.5
合計	143,093	77,959	65,134	54.5

IV おわりに

以上より、盛土勾配を1.3型とすると路網作設費はかなり安価となることが明らかとなった。盛土勾配を急にすると崩壊等が生じやすくなるとの懸念が考えられるが、盛土勾配の1割2分は、国有林林道では保安林以外の地域において以前より広く採用されている。また、民有林林道においても一部の県において以前から広く採用されている。更に、作業道では盛土勾配は1割2分としている場合が多い状況にある(3)。この勾配の盛土施工地の実績、林道関係者への聞き取り等の結果から、1割2分の盛土勾配はほぼ問題はないものと考えられる。保安林では、保安林解除の条件の関係から、1.3型の林道の作設は困難となっている(盛土のり面勾配を1.5割以上とすることが保安林解除の要件となる)。このことが一つの問題点とすることができる。

引用文献

- (1) 日本林道協会(2002)切土の構造, 林道技術基準(林野庁長官通達, 平成10. 3. 3 林野基812号), 林道必携(技術編), 76-77
- (2) 大川畑修(2005)林道作設の低コスト化について, 山林, 1452, 60-67
- (3) 林業土木コンサルタンツ(2005)盛土勾配, 森林土木ハンドブック, 415