

低コストで林道をつくる

林業工学研究領域

田中 良明、鈴木 秀典、山口 智、宗岡 寛子

要 旨

森林から木材を効率的に運び出すためには、林道や森林作業道といった道のネットワークが必要不可欠です。しかし、こうした道（路網）の作設には、多額の経費が必要になります。そこで、森林路網の低コスト化と木材搬出の効率化を両立させるため、航空機レーザー測量による精密な地形データを用いて、パソコン画面に路網の設計に必要な条件を表示させながら、対話的に土工量を計算できるソフトウェアを開発しました。その結果、林道の経路、路面の高さ、曲線部の半径といった条件の変化に応じた土工量を提示することによって、切土、盛土の高さや土工量を抑えた路線選定を対話的に行えるようになりました。これによって、土工量を減らすことで、コストを抑えることができます。

低コストの林道

傾斜地に林道をつくるには、土を切り取ったり（切土）、盛ったり（盛土）して平らな路面を作る必要があります（図1）。移動させる土の量（土工量）が少なければ、林道の作設コストを抑えられます。林野庁の「林業専用道作設指針」にも、林業専用道では、切土高、盛土高は極力抑えること、また切土、盛土の土工量の均衡かつ最小化に努めることとされています。しかし、林道の計画の早い段階で、土工量を定量的に把握することは困難でした。

土工量を計算するソフトウェア

近年、航空機レーザーによる高解像度の数値地形データが容易に入手できるようになりました（図2）。尾根、谷や地形の細かな起伏のみならず、山腹を横切る道も表現されています。このデータを用いて、対話的に林道の土工量を算定するソフトウェアを作成しました。

マウスで路線選定

まず、林道の起点（BP）と終点（EP）をマウスで入力します。林道の平面線形は直線と曲線で構成されます。直線部と直線部の交角点（IP）に円曲線をあてはめます。尾根や谷においてカーブが設置されるよう、IP点を2点（IP1、IP2）選定しました（図3）。

平面線形の決定

各点の入力後、平面線形の計算を実行すると、図4の状態になります。各IP点において円曲線が当てはめられ、直線から円曲線へ切り替わるBC点、中央のMC点、再び円曲線から直線部へ切り替わるEC点が計算されます。また、起点から一定間隔（図では10m）の点を作成、各点の路面の高さが計算されます。

土工量を一発計算

土工量計算を実行すると図5の結果が得られます。4段階のグレーで、濃い方からそれぞれ、切土のり面、切土路面、盛土路面、盛土のり面を表します。図中、左上の図は赤線で示された部分の横断面図です。ソフトウェアは、この横断面図の計算を細かな間隔で繰り返すことで土工量を計算しています。また、右下の図はBPからEPへの縦断面図です。縦断面図をみると、路面の高さがBPからEPへの一定勾配で設定されているのに対して、地形の高さが高い部分があり、そのために切土が多くなっていることがわかります。IPの選定をやり直す、円曲線の半径や路面の勾配を調整することによって、対話的に土工量を計算することができます。

路網の維持管理や森林作業への応用

土工量を計算する過程で得られたのは、森林の地形、路面、のり面をつなぐ三次元の形状モデルです。近年、路面の排水方法として波状縦断勾配^{*}が検討されるなど、路面の勾配は、排水にも影響を与えます。また、森林作業道のような低規格の道に適用すれば、切土のり面や縦断勾配の変化が木材の運搬車両にどのように影響するか検討できます。低コストの道づくりに加えて、今後、路網の維持管理や森林作業にもこのソフトウェアを活用していきます。

詳しくは、田中良明 他（2013）曲線半径、路面の計画高およびIPの平面位置が土工量に与える影響、森林利用学会誌、28-2 及び、宗岡寛子 他（2014）森林作業道における波状縦断勾配による排水の有効性と特徴、森林利用学会誌、29-1 をご覧下さい。



図1 林道の切土のり面、路面、盛土のり面

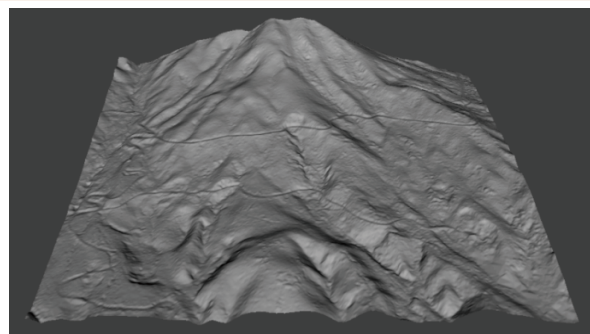


図2 高解像度の数値地形データ
筑波山の北側斜面を北側から見下ろしたものの。

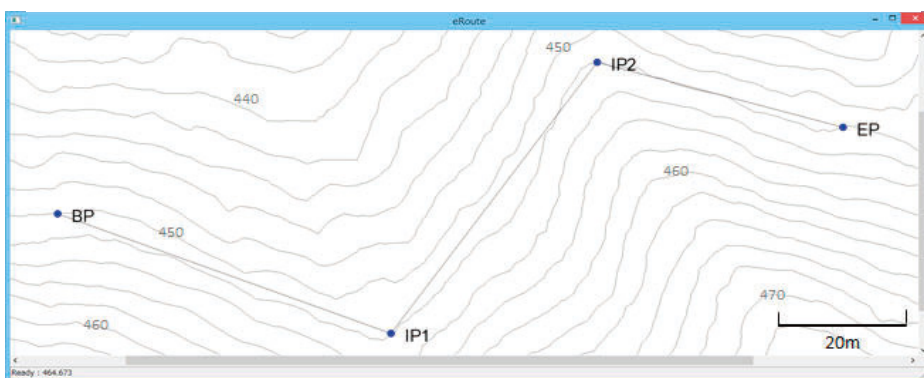


図3 起点(BP) 終点(EP)
交角点(IP)の入力
マウスで各点を入力します。

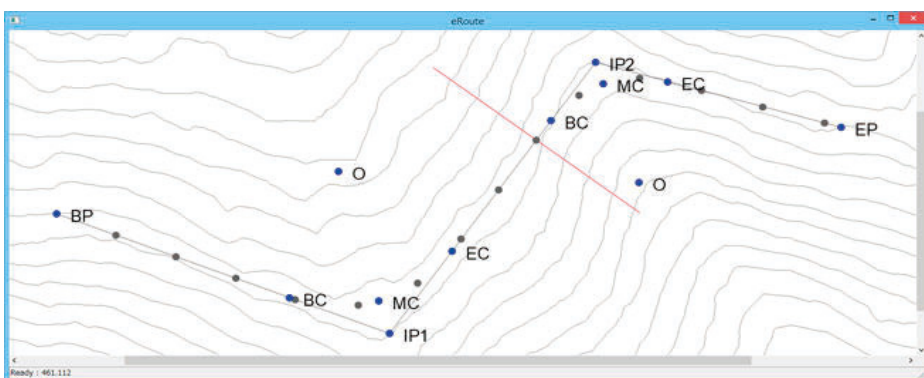


図4 平面線形の計算
円曲線の半径は、マウスによる選択とキーボードで変更できます。路面の高さは、BP、EP間の平均縦断勾配によって初期化されますが、縦断面図を示す画面で変更できます。

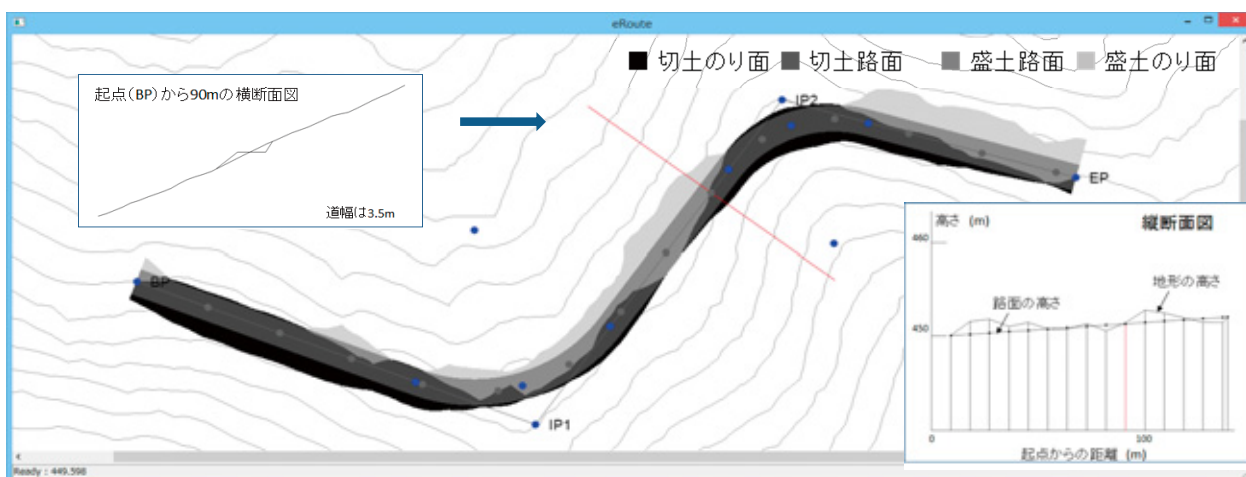


図5 ソフトウェアによる土工量の計算
総延長 142.7(m) 盛土 171.2(m³) 切土 395.6(m³)

※については、巻末の用語解説をご覧ください。