

鉄軌道輸送システムを支えるマテリアルストックの推計

名古屋大学 学生会員 ○金城鐘頭

名古屋大学大学院 学生会員 吉田圭介

名古屋大学大学院 正会員 奥岡桂次郎・谷川寛樹

1. はじめに

日本における鉄軌道の総延長距離は約 28,000 km に及び、鉄軌道輸送としての社会基盤建設において膨大な量の物質が投入・蓄積されている。今後もしニア開通に伴い鉄道のマテリアルストックの増加が予想され、同時に物質の投入・廃棄のみならず、大量の建設発生土の発生が予想される。トンネル掘削時に生じた建設発生土は建設リサイクル推進計画(2002 年)に伴い、盛土や埋め立て、サービスエリアなどの用地拡張として用いられ、その有効利用率は 80%に達する¹⁾。残りの 20%は産業廃棄物として処分されるが、建設発生土の運搬に伴う排出ガスや化石系燃料の消費だけでなく、土地改変に伴う環境負荷は甚大である(Douglas et al, 2001)²⁾。鉄軌道建設の際に投入された物質質量および、建設発生土を推計することにより、潜在的な廃棄物となる物質の把握、および計画段階での建設発生土量の予想が可能となる。谷川ら(1995)³⁾は、統計データより建設活動量を求め、資材投入原単位より日本国内に蓄積されている物質質量を推計した。Hashimoto et al. (2007)⁴⁾は日本全国の鉄道のマテリアルストックを推計しているが軌道部のみを対象としており、軌道の下部構造は考慮されていない。白石ら(2008)⁵⁾は地理情報システム (GIS: Geographic Information System) と数値標高モデル (DEM: Digital Elevation Model)を用いることで地表面の標高変化に着目し土石流に伴う土砂移動分析を行った。しかしトンネルなど地下構造物の建設に伴う掘削土量の推計はされていない。

そこで本研究では、日本の鉄軌道輸送システムに着目し、愛知県の鉄軌道におけるマテリアルストックおよび建設発生土量の把握とし、鉄道軌道と下部構造における物質蓄積量、および掘削土量の定量化を行った。

2. 鉄道に関するマテリアルストックの推計方法

研究手順を図-1 に、建設資材投入原単位を表-1 に示す。数値標高モデルには国土地理院が作成した

基盤地図情報 10m メッシュからラスターフェスモデルを作成した。ラスターフェスモデルと鉄軌道の標高が挿入された 3 次元ライン (一般鉄道 1,2, 新幹線, 地下鉄) を重ね合わせ、地上部とトンネル部に分類した。さらにラスターフェスモデルと鉄軌道との標高差より、地上部を盛土と橋脚部に分類した。橋脚部に関しては高さによって 2 種に分類することでより詳細な分析を行った。分類した構造物の各総延長距離を算出した後、原単位を乗じることで愛知県の鉄軌道と下部構造における資材蓄積量および掘削土量を求めた。鉄道の軌道部の原単位、路線数については田中ら(2013)⁶⁾を参考にし、下部構造の原単位及びトンネルの断面積については東海道新幹線の実績値を用いた。

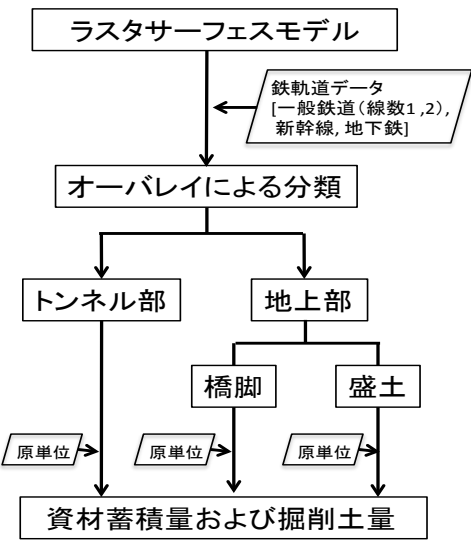


図-1 研究手順

表-1 鉄軌道の原単位

鉄道種	構造部位	砂利・碎石	セメント	鉄	木材
一般軌道	レール	-	-	50.4	-
	枕木	184	29.5	42	74.5
	道床	1680.1	-	-	-
新幹線	レール	-	-	60.8	-
	枕木	285	45.9	65.3	-
	道床	2460	-	-	-
地下鉄	レール	-	-	30.1	-
	枕木	184	29.5	42	-
	道床	2167.3	347.7	-	-

表-2 各軌道及び構造物の総延長距離

	トンネル(km)	盛土(km)	高架橋(低)(km)	高架橋(高)(km)	総延長距離(km)
一般鉄道(線数1)	141	26	55	271	493
一般鉄道(線数2)	116	33	49	299	497
新幹線	16	8	3	67	101
地下鉄					93
総延長距離(km)	273	66	107	636	1183

表-3 各資材の蓄積量と掘削土量

	掘削土(100万m ³)	盛土(100万m ³)	コンクリート(100万m ³)	鉄(10万t)	セメント(10万t)	木材(10万t)	砂利・砕石(10万t)
一般鉄道(線数1)	10.3	2.1	3.4	28.8	0.1	0.4	9.2
一般鉄道(線数2)	8.50	2.6	3.7	42.9	0.3	0.7	18.5
新幹線	1.2	0.60	0.8	9.1	0.1		5.5
地下鉄				0.1	0.4		4.4
合計	19.9	5.3	7.9	80.9	0.9	1.1	37.6

3. 推計結果及び考察

表-2 に愛知県の鉄軌道における各鉄道のトンネル、部、盛土、高架橋(高・低)の総延長距離を示す。トンネル部は 273km、盛土は 66km、高架橋(低)は 107km、高架橋(高)は 636km となった。

表-3 に総延長距離および原単位より算出した各資材の蓄積量および掘削土量を示す。鉄軌道輸送システムを支えるマテリアルストックとして、コンクリートが 7.900 万 m³、鉄が 8090 万トン、セメントが 90 万トン、木材が 110 万トン、砂利・砕石が 3760 万トンが蓄積されていることが示された。また、愛知県におけるトンネル部の掘削工事では 1990 万 m³ の土量が発生した。地上部において、盛土で必要となる土量は 5300 百万 m³ となり、域内利用においても建設発生土が 1460 百万 m³ ほど過剰となると示された。統計データを用いた既往研究では明らかにされなかった土量について、トンネル掘削における建設発生土の多くは場外で利用されたことが示唆された。

4. 終わりに

本研究の結果、愛知県の鉄道の軌道及び下部構造におけるマテリアルストック、また掘削土量を定量化し、鉄道建設に関わるマテリアルストック・フローを把握した。既往の研究では考慮されていない鉄軌道の下部構造に着目し、GIS を用いることでトンネル部を抽出し、地上部については下部構造を盛土、

橋脚と判別することが可能となった。そして一般鉄道、新幹線、地下鉄建設における掘削土量、盛り土、コンクリート、鉄、セメント、木材、砂利、砕石の量を示した。今後、マテリアルストック推計に加え、廃線などを考慮した年代ごとの物質循環を把握し、検討する必要がある。

謝辞：本稿は、環境省環境研究総合推進費(1-1402)、科研費(基盤研究(B)26281056、25281065)の一環として行われたものである。記して謝意を表する。

参考文献

- 国土交通省：建設発生土等の有効利用に関する検討会報告、2003。
- IAN DOUGLAS, NIGEL LAWSON: The Human Dimensions of Geomorphological Work in Britain, *Journal of Industrial Ecology*, Vol.4, No.2, pp.9-33, 2001.
- 谷川寛樹、藤倉良、井村秀文: 都市の物質収支と環境資源勘定に関する研究；建設用資材の投入と建設副産物、環境システム研究、Vol.23, pp.274-278, 1995.
- HASHIMOTO, S., TANIKAWA, H., MORIGUSHI, Y.: Where will large amount of materials accumulated within the economy go? - A material flow analysis of construction materials for Japan, *Waste Management*, Vol.27, No.12, pp.1725-1738, 2007.
- 白石貴司・筒井健・中川英朗・江崎哲郎 (2008) 高分解能衛星画像を用いた台湾小雪流域における土石流に伴う土砂移動分析, 応用地質, 49(1), 23-33, 2008.
- 田中健介, 早川容平, 奥岡桂次郎, 杉本賢二, 谷川寛樹: 都道府県における建築物・社会基盤設備の経年マテリアル推計に関する研究, 土木学会論文集G(環境), vol. 69, pp. 25-34, 2013.