

一都四県の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

名古屋大学大学院 学生会員 ○金城鐘頭・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

2011 年の日本における鉄軌道の総延長距離は約 31,000 km に及び¹⁾、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。2027 年のリニア開通に伴い鉄軌道としてさらにマテリアルストックが増加すると考えられる。また東京から名古屋間のおよそ 80% がトンネル区間となるため、大量の建設発生土の発生が予想される。大量の物質移動による大量のエネルギー消費、土地改変による環境に及ぼす影響は甚大であり (Douglas et.al., 2001)²⁾、環境への影響を把握する際にマテリアルストックの推計は重要である。従来の研究のような金額ベースだけではなく、物質ベースで鉄軌道に蓄積されている物質、建設発生土量を把握することで今後、廃棄物となる物質および、これまでに発生した土砂のフローの把握が可能となる。既往研究として Hashimoto et.al., (2007)³⁾ は日本全国の鉄軌道の軌道部のみを対象にマテリアルストックを推計した。しかし軌道の下部構造は考慮されていない。黒岩ら(2008)⁴⁾ 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) を用いることで土砂資源の採掘に伴う土砂移動の分析を行ったが、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、一都四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を目的とし、鉄軌道輸送の軌道部および下部構造部の資源蓄積量、トンネル掘削工事の際の発生土砂量の推計を行った。ケーススタディとして一都四県における東海道新幹線の例を示す。

2. 鉄軌道に関するマテリアルストックの推計方法

研究手順 (図-1) に基づき、建設資材投入量原単位を表-1 に示す。鉄軌道ラインデータ、駅舎データおよび地表面標高データを用いた。地理情報システム上において鉄軌道ラインデータと地表面標高データをオーバーレイし、標高を比較し、その差分によって鉄軌道を橋脚、盛土、トンネルに分類した。

鉄軌道の駅舎間の標高については各駅舎の軌道部の標高を目視によって抽出し、設定した後、駅舎間の標高差を鉄軌道距離によって連続的に補完した。各構造物の総延長距離を算出した後、各原単位を乗じ、鉄軌道輸送システムにおける資材投入量、掘削土量を推計した。マテリアルストック推計式を下記に示す。

$$MS = TL \times MI \times LN$$

S : 施設別マテリアルストック (kg), TL : 施設別軌道延長 (m), MI : 施設別資材投入原単位 (kg/m), LN : 路線数とする。軌道部の資材投入量原単位および路線数については田中ら(2013)⁵⁾ を参考にし、橋脚・盛土・トンネルの原単位については東海道新幹線の実績値を参考にした。またコンクリートの配合についてはコンクリート標準示方書⁶⁾ を参考にした。

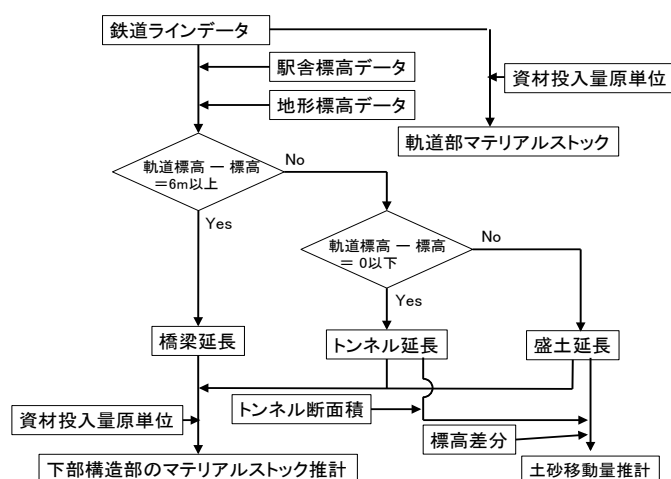


図-1 研究手順

表-1 鉄軌道の原単位(kg/m)

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 下部構造部の原単位

	コンクリート(m3)	鉄(t)	土(m3)
トンネル	0.5	20	80
盛土	—	—	20
橋脚(7～8.5m)	6.6	0.94	—
橋脚(8.5～10m)	7.7	1.1	—
橋脚(10～12m)	8.9	1.17	—
橋脚(12～14m)	9.7	1.46	—
橋脚(14m以上)	11.3	1.69	—

3. 推計結果及び考察

表-3 に一都四県の東海道新幹線におけるトンネル、部、盛土、橋脚の総延長距離を示す。トンネル部は 6.1km、盛土は 6.1km、橋脚は 58.2km、各構造の合計が 91.8km となった。

表-4 に総延長距離および資材量原単位より算出した各資材の蓄積量を示す。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、鉄が 11.3 万トン、セメントが 37.7 万トン、砂利・碎石が 225 万トン蓄積されており、軌道部に 7.65 万トン、下部構造部に 267 万トン、計 274 万トンのマテリアルストックが示された。また、一都四県の東海道新幹線におけるトンネル部の掘削工事では 220 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 1.21 万 m³ となり、トンネル掘削工事で生じた発生土がすべて域内利用されると仮定した場合、20.7 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域内における建設発生土の多くは工事区間外で利用、もしくは搬送されることが示唆され建設発生土の投入・排出のバランスがたもたれていないことが判明した。またトンネルの割合が大きくなった要因としては駅舎標高を連続的に補完しているために、本来盛土を用いて鉄軌道を地表面の標高に沿うように対応させ、建設されている区間もトンネルと推計されているためだと考えられる。

4. 終わりに

本研究では一都四県の東海道新幹線の鉄道の軌道部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、鉄軌道建設に関わるマテリア

表-3 各区間の総延長距離(km)

トンネル	盛土	橋脚	計
27.5	6.1	58.2	91.8

表-4 各資材の蓄積量(万 t)

	砂利・碎石	セメント	鉄
軌道部	7.20	0.12	0.33
下部構造部	218	37.6	11.0
計	225	37.7	11.3

ルストック・フローを把握した。本研究は汎用性の高いデータを用いて推計する点に特徴があり、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 を用いることで統計データに依らない地理的条件を考慮した推計が可能となった。GIS と DEM を使用す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。そして東海道新幹線建設を例に掘削土量、盛土、鉄、セメント、砂利、碎石の量を示した。今後、マテリアルストック推計に加え、統計データ、既往研究と結果を比較し精度検証を行うこと、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

- 1) 国土交通省：平成23年度鉄道統計年報、2014。
- 2) IAN DOUGLAS, NIGEL LAWSON: The Human Dimensions of Geomorphological Work in Britain, *Journal of Industrial Ecology*, Vol4, No.2, pp.9-33, 2001.
- 3) 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*, Vol27, No.12, pp.1725-1738, 2007.
- 4) 黒岩史、奥岡桂次郎、杉本賢二、谷川寛樹：標高の時系列変化に基づく人為的な土砂移動量の推計に関する研究-大阪府堺市におけるケーススタディ、第40回環境システム研究論文発表会、pp.35-40, 2012。
- 5) 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)、Vol69, pp. 25-34, 2013。
- 6) 梅原秀哲：コンクリートを学ぶ-施行編-、2011