

第VII部門

全国の都道府県における地上と地下のマテリアルストック推計に関する研究

和歌山大学システム工学部 学生員 ○長岡 耕平
 和歌山大学システム工学部 学生員 藤原 梓
 和歌山大学システム工学部 正会員 谷川 寛樹

1. はじめに

わが国の2004年における総物質投入量は19.4億トンで、その半分の8.3億トンが建築や社会基盤といった都市構造物のとして蓄積されている¹⁾。耐用年数の経過後は解体され、廃棄物として新たなフローを引き起こしている。高度成長期に大量に蓄積された構造物の耐用年数を迎えるものが多く存在し、地上にある構造物だけでなく、下水道や構造物の基礎部分といった地中に埋まっているものもあるため、回収作業や撤去作業に多くのエネルギー消費が発生すると考えられる。持続可能な社会を構築するためには廃棄物のフローや物質投入量を少なく抑えることが重要である。本研究では47都道府県を対象に構造物の地上と地下へ投入される資材量を推計し、人間の目に触れない地下のストックがどれだけ存在するかを推計する。

2. 研究手法

各都道府県の構造物の地上と地下のマテリアルストックの合計と可住地面積1平方キロメートルあたり、1人あたりでのストック量の算定を行う。本研究では建築物、道路、下水道の3種類において推計を行う(図-1)。

2.1 建築物

建築物に関しては建築統計年報²⁾¹⁰⁾では延床面積のデータは得られない。建築物現存量を把握するために建築物着工床面積データを用いて推計を行う。ここでは建築物は建設された年次に関係なく、ある一定の確率分布で減失していくと考え、故障密度確率関数としてワイブル分布に従うものとして推計を行う。着工床面積のデータから1945年から2004年までのワイブル分布を行い、延床面積の推計を行う。この延床面積の値から、表-1の原単位を乗じることによってマテリアルストックの推計を行う。原単位は過去の論文データ³⁾より、木造事務所、木造住宅・2×4木造の3項目の平均を木造とし、RC造住宅・RC造ビル・S造工場・S造住宅・S造ビルの5項目の平均を非木造として木造と非木造の2つの原単位に分けて推計を行う。

2.2 道路

道路について、道路統計年報⁴⁾¹⁰⁾より道路の総延長および道路幅から面積を求めて、表-2の原単位を乗じることにより推計する。本研究では高級アスファルト舗装、簡易アスファルト舗装、セメントアスファルト舗装の3種類に分けて推計を行う。原単位は過去の論文データ⁵⁾より、高級アスファルト舗装についてはL・A・B・C交通での平

表-1 建築物資材別原単位³⁾

		材料別ストック原単位 (kg/m ²)								合計
		砂利・石材	木材	ガラス	セメント	陶磁器	鉄	アルミ	その他	
RC造住宅	地上	881	37	3	192	4	63	2	7	1204
	地下	678	0	0	46	0	14	0	0	731
RC造学校	地上	4459	1	1	787	39	160	1	3	5453
	地下	514	0	0	70	0	1	0	0	597
RC造ビル	地上	1441	2	1	262	5	68	2	9	1787
	地下	738	0	0	130	0	38	0	0	906
木造事務所	地上	0	285	4	0	17	0	5	2	312
	地下	591	1	0	62	0	9	0	0	662
木造住宅	地上	24	88	3	4	80	5	1	4	208
	地下	134	0	0	13	0	9	0	0	156
2×4工法住宅	地上	163	88	3	31	72	1	4	3	364
	地下	119	0	0	11	0	4	0	0	134
S造工場	地上	625	8	6	50	26	191	4	21	929
	地下	229	0	0	41	0	3	0	0	275
S造住宅	地上	331	37	3	82	18	114	5	14	603
	地下	270	0	0	20	0	9	0	0	302
S造ビル	地上	310	4	3	39	18	176	3	7	562
	地下	408	0	0	57	0	20	0	0	486
木造	地上	62	154	3	12	56	2	4	3	295
	地下	281	0	0	29	0	7	0	0	318
非木造	地上	717	18	3	125	14	122	3	11	1014
	地下	465	0	0	59	0	17	0	0	540

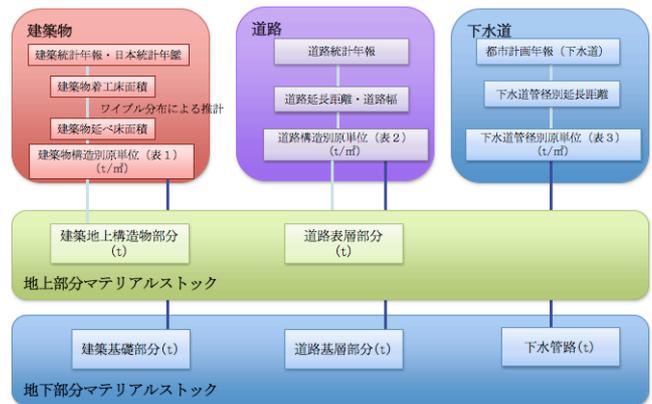


図-1 ストック推計項目および手法

表-2 道路資材別原単位⁵⁾

舗装工法	各層材料名	道路原単位 (kg/m ²)							合計		
		表層	上層路盤	下層路盤	クラックチャラン	粗鋼砕石	切り込み砂利				
高級アスファルト舗装	L A交通	逆断層無	118	110	8	0	312	510	0	0	940
		逆断層有	118	110	8	0	520	408	0	0	1046
	B交通	逆断層無	235	220	15	0	416	306	0	0	957
		逆断層有	235	220	15	0	416	408	210	0	1269
	C交通	逆断層無	353	330	23	0	416	408	315	0	1076
		逆断層有	353	330	23	0	416	306	0	0	1075
高級平均		235	220	15	0	416	391	88	0	1130	
簡易アスファルト舗装	L A交通	逆断層無	94	88	6	—	—	143	147	141	525
		逆断層有	335	283	0	51	0	755	420	0	1509
セメントコンクリート舗装	B交通	逆断層無	558	472	0	85	0	1083	525	0	2165
		逆断層有	669	567	0	102	0	0	315	0	763
セメント平均		94	88	6	0	0	0	0	0	188	
		366	313	2	51	0	252	245	0	862	

表-3 下水道資材別原単位^{7) 8) 9)}

管径	管種	材料別ストック (kg/m)							合計
		コンクリート	鋼材	陶磁器	プラスチック	アルミ	ガラス	その他	
下水	—400mm	110.35	7.51	16.57	-	-	-	0.64	135.07
	400mm—900mm	301.39	12.32	-	7.09	-	-	1.97	322.77
	1000mm—1350mm	1,009.29	30.25	-	-	-	-	-	1,039.53
	1500mm—1800mm	2,721.74	305.31	-	-	-	-	-	3,027.05
	2000mm—2800mm	4,020.01	129.44	-	-	-	-	-	4,149.45
	3000mm—	6,484.89	-	-	-	-	-	-	6,484.89
下水	—400mm	40.48	1.05	16.57	-	-	-	0.64	58.73
	400mm—900mm	231.51	5.86	-	7.09	-	-	1.97	246.43
	1000mm—1350mm	939.41	23.79	-	-	-	-	-	963.20
	1500mm—1800mm	2,651.86	298.85	-	-	-	-	-	2,950.72
	2000mm—2800mm	3,950.13	122.98	-	-	-	-	-	4,073.11
	3000mm—	6,415.01	-	-	-	-	-	-	6,415.01
マンホール	900mm—1800mm	69.88	6.46	-	-	-	-	76.33	

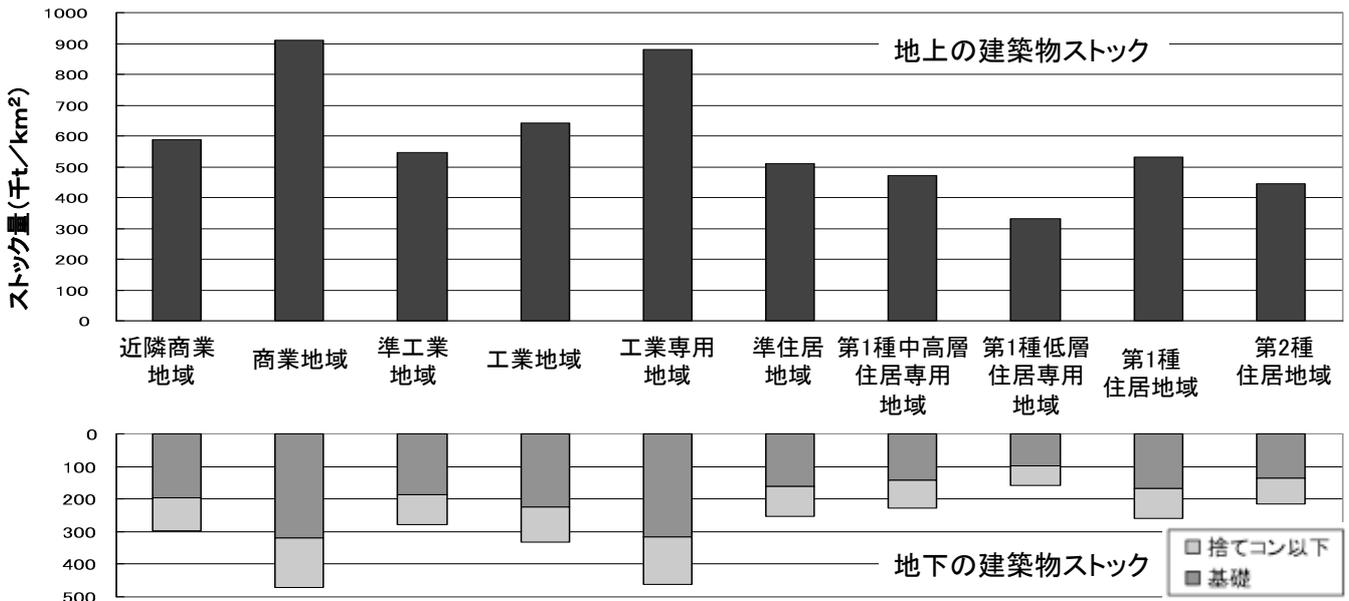


図4 用途地域別資材ストック (建築物, 2004)

隣商業地域, 商業地域, 準工業地域, 工業地域, 工業専用地域, 準住居地域, 第1種中高層住居専用地域, 第1種低層住居専用地域, 第1種住居地域, 第2種住居地域)に分け, ストックの推計に使用した。

資材の地上・地下別の建設資材投入原単位は稲垣らの既存研究¹⁾を用い, 構造別に作成した。地上・地下の原単位を表1に示す。建築物の構造は, RC造 (Reinforced Concrete structure: 鉄筋コンクリート造) (住宅, ビル), S造 (Steel structure: 鉄骨造) (工場, 住宅, ビル), 木造住宅 (在来工法, 2×4工法) の7種類とした。地下については①GL (Ground Line: 地面) 以下, ②捨てコンクリート以下に分類した。(図3) また, 資材別に, 砂利・石材, 木材, セメント, 鉄, その他に分類する。ガラス, 陶磁器, アルミなどは, 多く含まれないため, その他としてまとめた。推計には, 木造・非木造に分類するため, 各々の平均値を求めて原単位としたものを使用する。

3. 結果

用途地域別における建築物の地上・地下のストック量のグラフを図4に示す。ストックの最も多い商業地域では153万t/km², 次に工業専用地域では, 149万t/km²であった。最も少ない第1種低層住居では55万t/km²であった。商業地域や工業専用地域では, 第1種低層住居地域では, 大規模な店舗やオフィスの建築制限がある住居地域であるため木造住宅が多いからである。

対象地域の全ストック量は1,070万tあり, 対象地域での単位面積あたりのマテリアルストックは103万t/km²となった。長岡ら³⁾が求めた全国の道路・建築物のストック量の値が最大であった東京都は約66万t/km²であり, 比較すると1.5倍になった。また, 木造・

非木造とも件数はおよそ12,000件であったのに対してストック量は, 地上部分では全資材量のうち86%を非木造が占め, 地下部分では90%が非木造であった。捨てコンについても86%が非木造であった。

4. 今後の課題

本研究では航空写真から木造と非木造に分けたが, 表1からも分かるように各々の構造や階数によって原単位に大きな幅がある。今後の課題としては, 構造や階数によって更に細分化したデータを用いる必要がある。今回は, 2004年の航空写真で撮影された建築物のみがストックされていると仮定して推計したが, 実際には基礎・杭は未回収になるケースがあるため単純にはストック量の予測には繋がらない。さらに, 未回収になる場合はケースバイケースであるので, さまざまなケースに対応した推計が必要になるかもしれない。今後, 経年的にデータ整備を行い, 規制の変化とともに変化する資材の投入・排出の原単位を整備することが必要である。

参考文献

- 1) 稲垣さや香, 谷川寛樹, 橋本征二: 建築物解体時における未回収建設資材の推計に関する研究, 第34回環境システム研究論文発表講演集, 2006.
- 2) 坂本辰徳, 谷川寛樹, 橋本征二, 森口祐一: 地域マテリアルフロー推計に用いる都市構造物の資材投入原単位と耐久年数の推計, 環境情報科学論文集18, pp. 271-276, 2004. 環境システム研究論文発表会講演集, 2007.
- 3) 長岡耕平, 藤原梓, 谷川寛樹: 全国の都道府県における地上と地下のマテリアルストック推計に関する研究, 土木学会関西支部年次学術講演会, 印刷中, 2008.