

熊本地震に伴う被災家屋解体廃棄物の適正処理とリサイクル

Proper Waste Disposal and Recycling for Waste Material of Demolished Houses Caused by the 2016 Kumamoto Earthquakes in Kumamoto City

花木 陽人*1 角矢 佳浩*2 南京 秀己*2
Akito Hanaki Yoshihiro Kadoya Hidemi Nankyo
西村 良平*1 吉岡 由郎*1
Ryohei Nishimura Yoshiro Yoshioka

要旨

平成 28 年熊本地震により、熊本市内で発生する被災家屋解体廃棄物を含む災害廃棄物総量は平成 29 年 3 月時点で約 148 万 t と推定された。これらの災害廃棄物は熊本市の早期復旧・復興に向けて適正かつ、円滑・迅速にリサイクル・処分する必要があった。鴻池組を含む連合体は、熊本地震に伴う被災家屋解体廃棄物等処理業務委託として、解体現場からの解体廃棄物を受け入れている市内 6 ヶ所の仮置場を管理・運営するにあたり、①解体現場において実行しやすく、仮置場においても中間処理が容易となる分別ルール の 制定、②リサイクル・処分施設の受け入れ条件を考慮した適正な中間処理フローの確立、③大型トラック等による陸送、鉄道輸送、海上輸送を併用し広域処理を活用した処理体系の整備・構築を行い、解体廃棄物の適正処理を実施した。平成 30 年 5 月末時点で、連合体の処理予定数量 83 万 t に対し、約 97.5 万 t の処理を終了させた。

キーワード：熊本地震 災害廃棄物処理 再資源化 広域処理

1. はじめに

平成 28 年熊本地震では最大震度 7 を二度記録し、その後の度重なる余震もあり、熊本市においても多数の家屋が倒壊するなど甚大な被害が発生した。表 1 に平成 28 年熊本地震による熊本市の被害状況を示す。熊本市では平成 28 年 7 月から、被災家屋等の公費解体を開始しており、これに伴い熊本市内で発生する被災家屋解体廃棄物（以下、解体廃棄物）を含む災害廃棄物総量は平成 29 年 3 月時点で約 148 万 t と推定された¹⁾（表 2）。解体廃棄物は解体現場から市内 6 ヶ所の仮置場（図 1）へ搬入され、適正な中間処理を経て、熊本県内をはじめとした、全国のリサイクル施設も

しくは最終処分施設へと搬出された。

本報告では熊本市の早期復旧・復興に向けて、解体廃棄物を適正かつ円滑・迅速にリサイクル・処分するために確立した処理体系および中間処理の結果について報告する。



図 1 熊本市内各仮置場位置図

表 1 熊本市の被害状況（平成 29 年 5 月 2 日時点）¹⁾

区分	棟数(棟)	備考
全壊	2,454	
大規模半壊	2,927	調査継続中(棟数には納屋を含み、
半壊	12,236	事業所等を除く。)
合計	17,617	

表 2 種類別災害廃棄物の量
(平成 29 年 3 月末日推計値)¹⁾

種類	推計発生量(t)	備考
コンクリート類	730,000	セメント瓦含む
木くず	154,000	家具類含む
瓦くず	60,000	焼き瓦
金属くず	41,000	鉄骨、アルミサッシ等
混合ガレキ	492,000	土砂混じりの解体残さ 不燃物、可燃物、石膏ボード、畳等
その他	2,000	家電4品目、処理困難物等
合計	1,479,000	

2. 熊本地震に伴う被災家屋解体廃棄物等処理業務委託の概要

以下に本業務委託の概要を示す。

発注者：熊本市（環境局資源循環部震災廃棄物対策課 担当）

受注者：鴻池組・前田産業・前田環境クリーン・九州産交運輸・味岡建設連合体（以下、連合体）

委託期間：平成 28 年 12 月 9 日～平成 30 年 6 月 30 日

*1 技術本部 環境エンジニアリング部 *2 九州支店 土木部

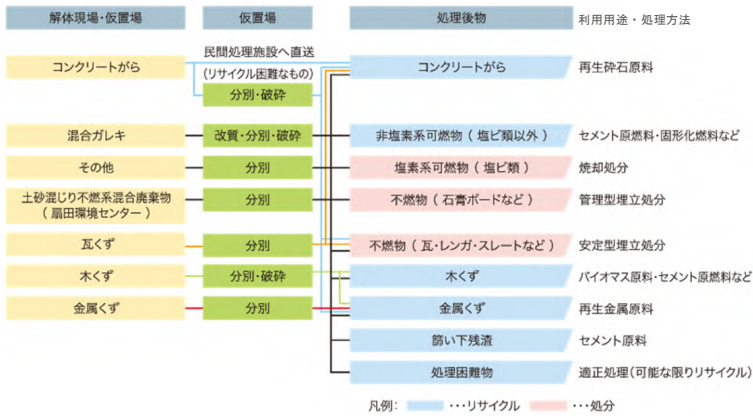


図2 全体処理フロー

業務内容	単位	数量	6月30日(履行期限)																				
			H28			H29						H30											
			11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	
計画・申請等業務	式	1																					
各仮置場整備業務	式	1																					
解体廃棄物中間処理業務	式	1																					
処理後物運搬処分業務	式	1																					
仮置場原状回復業務	式	1																					

図3 全体実施工程

処理予定数量：約 83 万 t

- 業務内容：①各仮置場の管理・運営
 ②各仮置場の整備
 ③各仮置場における解体廃棄物の受入・保管、破碎・選別等
 ④各仮置場に保管した廃棄物の運搬・処分等
 ⑤環境保全
 ⑥各仮置場の原状回復

3. 処理の概要

3.1 全体処理フロー

図2に本業務委託の全体処理フローを示す。被災家屋の解体現場において発生した廃棄物は仮置場へ搬入され、適正な中間処理工程を経てそれぞれの品目に分別し、コンクリートがら、木くず、金属くずなどの資源物はリサイクルされ、塩素系可燃物や不燃物などは焼却処分もしくは埋立処分される。

目標リサイクル率は過去の実績などから、連合体での処理予定数量 83 万 t に対して 85%以上と設定した。

3.2 全体工程

図3に本業務委託の全体実施工程を示す。本業務委託において各仮置場に設置した破碎設備や選別設備は、一般廃

表3 各仮置場受入品目

区名	北区	東区	西区	南区
仮置場名	北部仮置場	扇田仮置場	戸島仮置場	熊本港仮置場
受入品目	木くずのみ	木くず、解体残渣以外	全品目	コンがら、解体残渣以外
備考	—	—	—	—

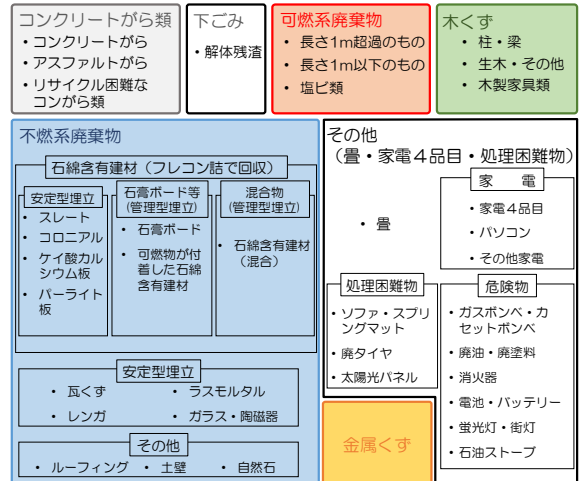


図4 解体廃棄物の分別ルール

棄物の処理施設に該当するため、一般廃棄物処理施設の設置許可申請等の手続きを平成 28 年 11 月から 12 月にかけて行った。設置許可承認後の同年 12 月末より仮置場の整備を開始し、各仮置場の状況に応じて平成 29 年 8 月まで中間処理と並行して実施した。

解体廃棄物の中間処理および処理後物の運搬処分は平成 29 年 1 月より開始し、平成 30 年 5 月末で解体廃棄物の受入を終了した。各仮置場は平成 30 年 2 月末から同年 5 月末にかけて段階的に受入を終了し、受入が終了した仮置場から順次、処理後物の運搬処分と原状回復を行い、同年 6 月末までに全ての業務を完了させる予定となっている。

3.3 解体廃棄物の分別・運搬ルール

当初予定数量である 83 万 t もの解体廃棄物を委託期間内に適切に受入・中間処理するためには、被災家屋の解体作業をより促進する必要があった。そのため、解体現場において実行しやすく、かつ、受入れ先である各仮置場においても中間処理が容易となるよう、解体廃棄物の分別ルールの制定が不可欠となっていた。そこで、連合体と熊本市、熊本市発注の公費解体の受託者である一般社団法人熊本県解体工事業協会の 3 者は、迅速かつ適正な処理を目的とした解体廃棄物の分別ルールについて協議し、図4のように解体廃棄物の分別ルールを定めた。

コンクリートがら類については、原則、解体現場から民

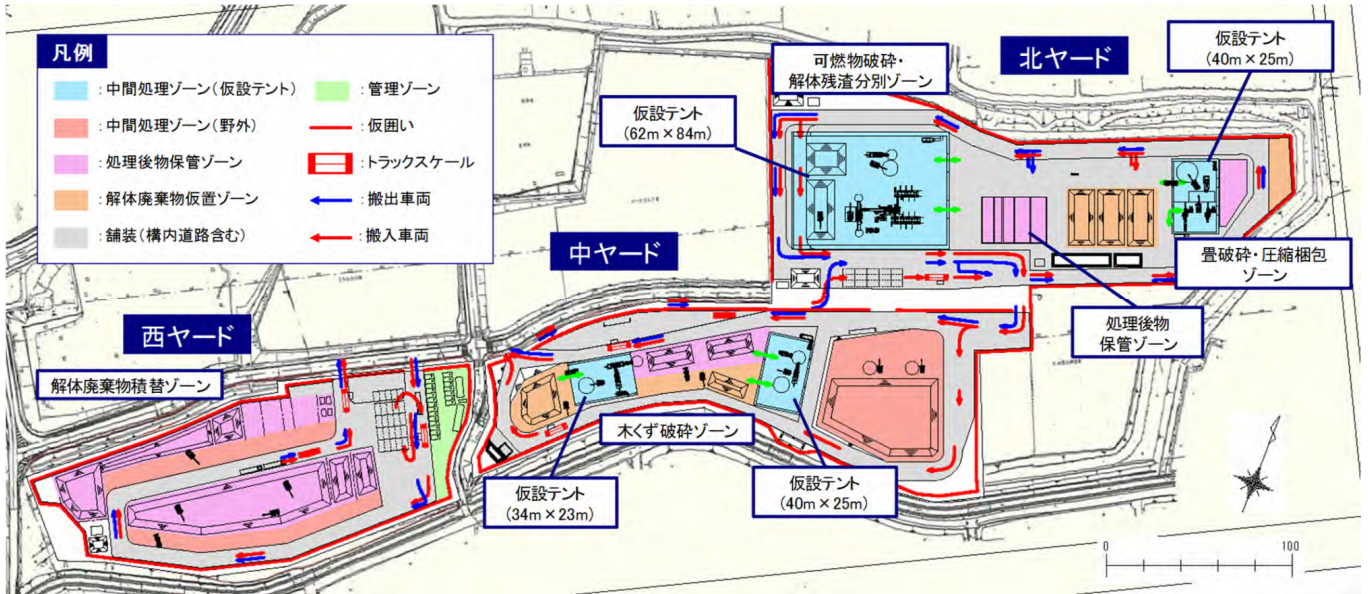


図5 戸島仮置場配置図

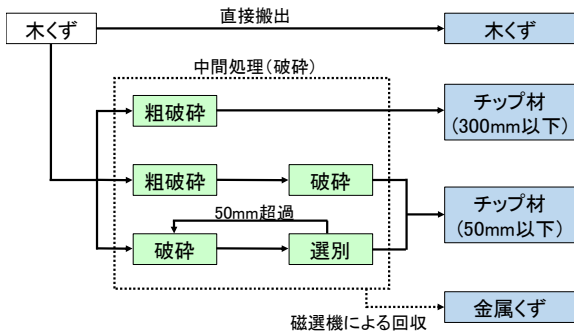


図6 木くずの中間処理フロー



写真1 粗破碎機と破碎機による木くずの二次破碎状況

間処分業者へ直接搬出することとし、民間処分業者では受入不可能なもの（タイルが付着したもの等）のみを一部の仮置場で受け入れることとした。石綿含有が疑われる建材（スレート、石膏ボード等）については、飛散防止のため解体現場において品目ごとにフレキシブルコンテナバッグ（以下、フレコンバッグ）に梱包し、フレコンバッグ表面に内容物と解体現場ごとに割り振られる管理番号を表記した。また、表記と実際の内容物に相違が無いか定期的に確認し、石綿含有が疑われる建材系廃棄物の分別管理を徹底した。さらに、各仮置場の面積や地域ごとの解体廃棄物の推定発生量を考慮し、表3のとおり各仮置場で受け入れる品目を一部限定し、仮置場内の混雑を低減した。

これらの分別ルールの徹底により、被災家屋の解体から各仮置場における中間処理および搬出までを円滑に行うことが可能となった。平成29年4月以降、全ての仮置場における1日当たりの合計受入量約1,800tに対し、合計約2,200tの中間処理後物の搬出を行うことができた。そのため、業務委託開始時に各仮置場に大量に仮置きされていた解体廃棄物を徐々に減らすことができた。

3.4 仮置場内の配置

図5に仮置場の一例として戸島仮置場の配置図を示す。解体現場から搬入された廃棄物は、品目ごとに所定場所に荷降ろし・集積した。場内は基本的に一方通行とし、運搬車両が極力交差しない動線とした。また、木くず・畳の破碎や解体残渣の選別など騒音や粉じんが発生する作業は、仮置場内に設置した仮設テント内で行った。

3.5 各仮置場での中間処理

各仮置場に搬入される解体廃棄物は先述の通りあらかじめ分別されているため、基本的には品目ごとに保管した後、リサイクル・処分施設へそのまま搬出する。しかし、いくつかの品目についてはリサイクル・処分施設の受入条件に適合させるために分別・破碎等の中間処理を行う必要があった。主な中間処理工程について以下に示す。

3.5.1 木くずの中間処理

図6に木くずの中間処理フローを示す。木くずは基本的には破碎してチップにした後、バイオマス発電燃料、セメント原料、ボード材原料等としてリサイクルした。しか



図7 量の中間処理フロー



写真2 破碎機と圧縮梱包機による量の中間処理状況

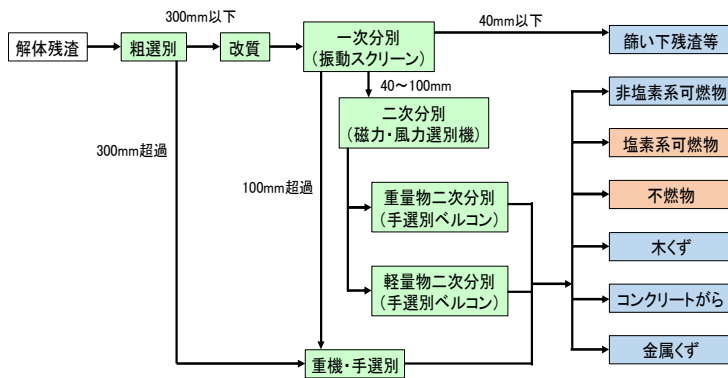


図8 解体残渣の中間処理フロー



写真3 破碎後の量の圧縮梱包物



写真4 解体残渣選別設備



写真5 解体残渣の手選別状況

し、各リサイクル施設により受入条件が異なるため、それぞれの条件に適合させるために破碎方法を変える必要があった。300mm 以下に破碎する必要があるものについては粗破碎機による一次破碎のみを行った。50mm 以下に破碎する必要があるものについては粗破碎機による一次破碎の後、破碎機による二次破碎 (写真1) を行うか、もしくは破碎機による破碎後、分級機により 50mm 以下を選別し、50mm を超過したものについては再度破碎を行った。なお、一部の木くずは現場内での破碎は行わず直接搬出した。

3.5.2 量の中間処理

図7に量の中間処理フローを示す。量のほとんどはセメント原燃料としてリサイクルした。そのままの形状ではセメント工場のキルンへの投入ができないため、仮置場に搬入された量は破碎機により破碎した。量を破碎するとかさ比重が小さくなり、運搬効率が低下することから、破碎した量を圧縮梱包機に投入し、約1m角のキューブ状に圧縮梱包することで、破碎前とほぼ同程度のかさ比重としたうえで大型車への積込・運搬を行うこととした (写真2、3)。圧縮梱包することで臭気の拡散と破碎物の飛散を併せて防止することができ、かつ、運搬効率が向上するため、非常に効率的な処理を行うことができた。

3.5.3 解体残渣の中間処理

解体残渣とは、解体現場において最終的に発生する分別困難な細かい廃棄物を、家屋基礎下部の土壌とともに回収したものである。本来であれば、これらの残渣は管理型埋

立による最終処分となるが、処理施設で品目ごとに適切な分別を行うことで、回収物をリサイクルすることが可能となる。図8に解体残渣の中間処理フローを示す。

仮置場に搬入された解体残渣のうち、大きさが300mmを超過するものについては重機と手選別により品目ごとに分別した。300mm以下のものは生石灰を混合することにより含水率を低下させ、選別しやすい性状に改質した。その後、一次分別として振動スクリーンに投入し、40mm以下のものは篩い下残渣とし、主にセメント原燃料としてリサイクルした。100mm超過のものは重機と手選別により品目ごとに分別した。40~100mmのものは磁力・風力選別機により二次分別を行い、重量物と軽量物に分けた。分けられた重量物と軽量物はそれぞれ手選別ベルトコンベアへ移送し、手選別により品目ごとに分別した (写真4、5)。

3.5.4 石膏ボードの中間処理

石膏ボードは石綿含有が疑われる建材として、品目名と管理番号が記載されたフレコンバッグに梱包された状態で仮置場に搬入された。石膏ボードは当初、管理型埋立による最終処分を計画していたが、想定より数量が多かったこともあり、石綿が含有されていないことが確認されたものについてはリサイクルを行うことにした。図9に石膏ボードの中間処理フローを示す。

石綿が使用されていた石膏ボードはごく一部の製品に限られていたため、仮置場において石膏ボードが梱包されたフレコンバッグを開封して製品名・防火材料認定番号を確

認して選別した。石綿非含有石膏ボードであることと、不純物が混入していないことが確認されたものについては外部の破碎施設へ搬出し、最終的にはセメント原料や再び石膏ボードへとリサイクルした。石綿含有石膏ボード、石綿非含有と判断できなかったもの、および不純物の混入が認められたものについては、管理型処分場へと搬出し、最終処分した。

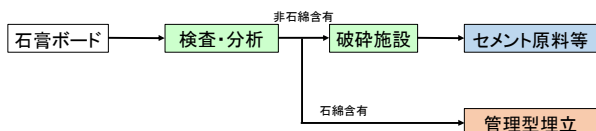


図9 石膏ボードの中間処理フロー

3.5.5 粘土瓦の中間処理

粘土瓦は当初、安定型埋立処分としていたが、平成29年4月から熊本県内で粘土瓦の再利用（建設土木資材）が開始されたことを受け、民間のコンクリートがら中間処理施設に搬出・破碎し、再生砕石に適量混合することにより再生砕石としてリサイクルした。なお、粘土瓦混じりの再生砕石は強度試験等を実施し、品質に問題がないことを確認した。

3.6 解体廃棄物の広域処理

本業務委託では膨大な量の解体廃棄物をリサイクル・処分するため、熊本県内のリサイクル・処分施設をはじめ、全国約80ヶ所の施設に中間処理後物を搬出した。その内訳は約4割が熊本県内、約3割が熊本県を除く九州内、約3割が九州を除く全国の施設であった。搬出方法については大型トラック等による陸送（写真6）に加え、木くずについてはコンテナによる鉄道輸送、木くずおよび篩い下残渣については熊本港もしくは八代港で一時保管した後、船舶による海上輸送するなど多岐にわたる処理を行った（写真7）。

3.7 周辺環境対策と安全対策

3.7.1 周辺環境対策と環境セルフモニタリング

民家や公共施設に隣接した仮置場もあったため、周辺環境の保全には特に配慮し、対策を施した。

騒音・粉じん対策として、各仮置場外周には安全鋼板や防じんネットによる仮囲いを設置した。また、仮置場内は全面アスファルト舗装とし、散水車およびロードスイーパーにより定期的に清掃を実施し、粉じん発生の抑制に努めた。木くずや畳の破碎、解体残渣の選別などの騒音や粉じんが発生する作業は仮置場内に設けた仮設テント内で行い（写真8）、さらに、必要に応じて仮設テント内部に防音シートや防音パネルを設置して二重構造とした。破碎機の設置場所や木材チップの積込場所など、特に粉じんが発生し

やすい箇所には大型噴霧機（写真9）や散水設備を設置し、粉じん発生の低減を図るとともに、各仮置場には沈砂池と濁水処理設備を設置し（写真10）、降雨や散水により発生した濁水の流出を防止した。

各仮置場においては、環境セルフモニタリング調査を月に1回以上の頻度で実施した。調査項目の水質、騒音・振動、悪臭、粉じん、アスベスト濃度のすべてにおいて基準以下であった。



写真6 大型トラックへの木材チップ積込状況



写真7 船舶への木材チップ積込状況



写真8 仮設テント



写真9 大型噴霧機



写真10 沈砂池および濁水処理設備

3.7.2 安全対策

仮置場内は常に多くの車両が出入りするため、車両同士や、車両と作業員との接触リスクを低減させる必要があった。そこで、仮置場内は基本的に一方通行とし、動線がなるべく交差しないように設定し、さらに各所に交通誘導員を配置することにより、接触事故を防止した。

木くずおよび木材チップを40フィートコンテナ車（荷台長約12m）等の大型車両に積込み搬出する際、荷台に飛散

防止のためのシート掛けをする必要があった。この作業では高さ約 3.8m の荷台に登り、木材チップ上の不安定な足元での作業となるため、転落事故の発生が懸念された。そこで、2 本のコンクリート製の電柱を支柱として建て込み、支柱間にメッセンジャーワイヤーを張り、ワイヤー上を移動できる滑車に取り付けたセーフティロックに安全帯を掛ける転落防止設備を仮置場内に設置した(図 10、写真 11)。この設備により、安全に荷台のシート掛け作業を行うことが可能となった。

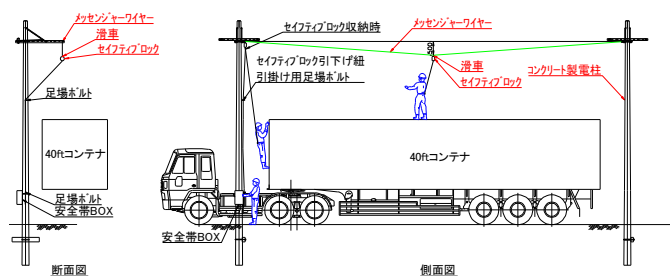


図 10 転落防止設備構造図

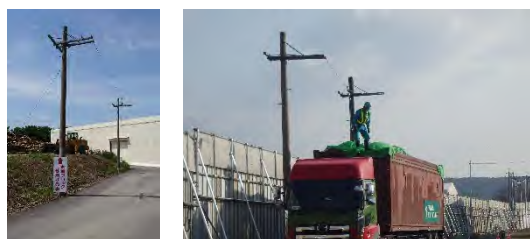


写真 11 転落防止設備および使用状況

さらに、仮置場内に保管されている木くずや可燃物は発酵により内部の温度が上昇し、火災の発生が懸念された。そこで、適時、木くずや可燃物内部の温度を計測・管理し、温度上昇が見られた場合には早期に搬出処分を行うなどの対策を行い、火災発生の防止に努めた。

各仮置場には遠隔操作できる Web カメラを設置し、統括管理事務所である戸島仮置場において各仮置場の状況をリアルタイムに把握できるようにし、緊急時においても迅速に対応できる体制とした。

3.8 解体廃棄物処理の進捗状況

平成 30 年 5 月末時点での連合体による処理状況を表 4 に、処理後物の品目別割合を図 11 に示す。処理量は連合体での処理予定数量 83 万 t に対して約 97.5 万 t となり、14.5 万 t 増加した。

処理量のうちリサイクルされたものは約 73.7 万 t であり、リサイクル率は約 75.6%となった。処理後物のうち割合が多いものはコンクリートがら、不燃物、木くずの順で

あった。なお、リサイクル率が目標の 85%以上に対して約 75.6%と未達になった原因は、リサイクルが困難で安定型および管理型埋立処分となる瓦くず、レンガ、石綿含有建材等の不燃物が当初の想定より多く発生したためと考えられる。

表 4 平成 30 年 5 月末時点での処理状況

品目	処理区分	重量(t)	重量比率
可燃物	リサイクル	5,050	0.52%
	焼却	32,921	3.38%
	安定型埋立(塩ビ類)	14	0.00%
不燃物	リサイクル	23,343	2.39%
	安定型埋立	152,518	15.65%
	管理型埋立	39,919	4.10%
木くず	リサイクル	128,137	13.15%
	焼却	4,762	0.49%
コンクリートがら	リサイクル	512,399	52.57%
	リサイクル	10,283	1.05%
解体残渣	リサイクル	55,575	5.70%
	管理型埋立	1,623	0.17%
	安定型埋立	5,704	0.59%
処理困難物	リサイクル	607	0.06%
	焼却	599	0.06%
危険物	リサイクル	155	0.02%
家電製品	リサイクル	1,177	0.12%
リサイクル量		736,726	75.58%
処分量		238,060	24.42%
計		974,786	100.00%

※連合体による処理数量のみ示す。

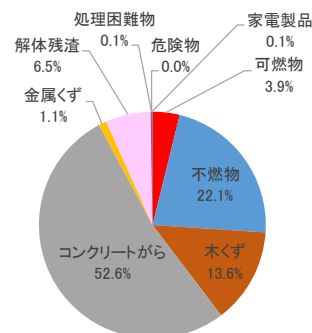


図 11 処理後物の品目別割合

4. まとめ

熊本市の早期復旧・復興に向けて解体廃棄物を適正かつ、円滑・迅速にリサイクル・処分する本業務委託の取組みのなかで、連合体は解現場における分別ルール の 制定、適正な中間処理フローの確立、広域処理の活用により、平成 30 年 5 月末時点で連合体の処理予定数量 83 万 t に対して約 97.5 万 t の処理を終了した。今後は同年 6 月末までに原状回復を含む全ての業務を完了させる予定である。

本業務の実施に当たり、発注者である熊本市のご指導および地域住民の方々のご協力に感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 熊本市環境局：平成 28 年 4 月熊本地震に係る熊本市災害廃棄物処理実行計画第 3 版、熊本市 HP、PP. 1-18、2017. 6. 9