

36. 木造家屋解体機の開発

日立建機：○石井 啓範
山形日立建機：村井 俊和
積水ハウス：軽部 元喜

1. 緒言

1.1 建設リサイクル法

近年、地球温暖化・資源枯渇など地球環境問題のクローズアップとともに循環型社会の構築が求められるようになってきている。このような中、環境元年と言われる平成12年に公布・施行された「循環型社会形成推進基本法」を基に7つの個別法が施行された。

この内、「建設工事に係る資材の再資源化等に関する法律」いわゆる「建設リサイクル法」は、建築系解体廃棄物を中心とした義務・規制について制定したものであり、一定規模以上の解体など建築施工が対象である。本法律が対象としている建設廃棄物は、最終処分場の4割、不法投棄量の9割を占めるとも言われており、リサイクルへの取組みの遅れが大きな課題となっている。このため、本法律では分別解体と特定建設資材再資源化の実施義務（「特定建設資材」としてコンクリート、コンクリート及び鉄から成る建設資材、木材、アスファルト・コンクリートが指定されており、再資源化等率95%が目標値として設定されている。）を課すと共に、解体工事業者について登録制度を実施する事などにより、不法投棄を無くすと共に残余年数の少ない最終処分場の延命を図る事などを目的としている。

ここで、建設系解体廃棄物と関係が深い建築物の着工延床面積の推移を図1に示す。この図から、昭和40年代以降に着工延床面積が急増しているのが分かる。特に昭和40年代に建てられた建築物はその多くが都市部に集中しており、これらの建築物が施工から30年以上経過し、更新期を迎えていることから、今後、都市部を中心に建設系解体廃棄物の発生量の急増が予想される。

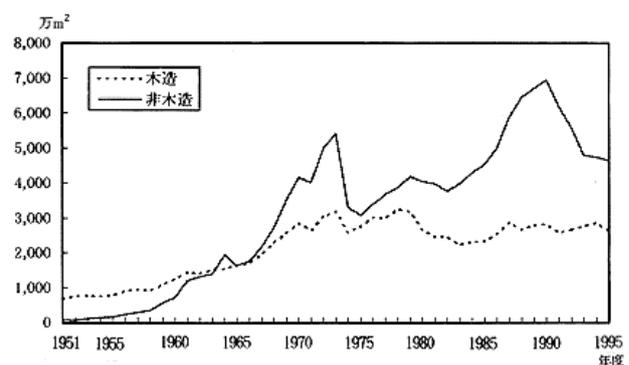


図1 建築物着工延床面積の推移 (1都8県)

1.2 解体機械

これら解体施工は、大別して、ビル解体などの「大型建造物解体」と一般住宅などの「低層家屋解体」とに分けられる。

「大型構造物解体」は、コンクリートと鉄骨が対象となるため、油圧のコンパクト・高出力を生かされる運転質量20トンの以上の油圧ショベルを使用するのが一般的である。高所作業をこなすためにフロント部を高くしたハイリフト機の先端部にコンクリート圧砕機や鉄筋鉄骨カタなどを取り付けた解体仕様機が多く用いられている。(図2)

一方、「低層家屋解体」は、そのほとんどが木造で、低くて壊れやすい構造のため、運転質量3～4トンのミニ油圧ショベルから6トンの小型油圧ショベルが多く用いられている。特に、都市部における低層家屋解体に注目すると、敷地が非常に狭く、敷地への進入路も狭いなどの制限から、自ずと現場に搬入できる解体機械の大きさも制限され、3～4トンのミニ油圧ショベルが多く用いられている。しかし、これらミニ油圧ショベルではサイ



図2 52mスーパーハイリフト解体機械



図3 木造家屋解体機(ミニモク)

ズが小さい故に作業範囲や力の面で能力不足であり、屋根等の上層部解体については人手作業にてカバーせざるを得ないのが現状で、効率的な解体とはなっていない。

そこで我々は、上述した都市部における低層家屋解体に着目し、狭所にも運搬・進入が可能で、クラスを超えた作業高さを持つミニ油圧ショベルベースの木造家屋解体機(ミニモク)(図3)を開発した。

2. 木造家屋解体機

2.1 コンセプト

都市部に多く見られる狭所現場での木造家屋解体作業をターゲットとした場合に求められる機能を検討した結果、本解体機の開発コンセプトを以下の3点に設定した。

- ・屋根まで届く作業高さ

前述のように、都市部狭所現場では通常、3～4トンのミニ油圧ショベルが使用されるが、現状のミニ油圧ショベルの作業範囲は2階建て木造家屋の屋

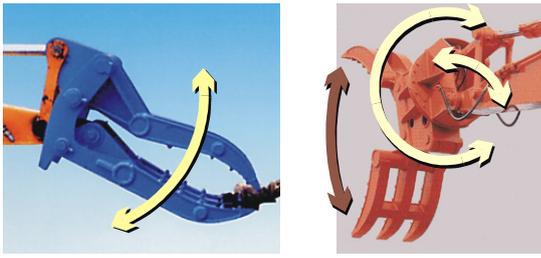
根までカバーできていない。したがって、家屋上層部の解体は人手で行っており、これが工期の延長や危険作業の増加に繋がっている。そこで、本解体機は木造2階建ての屋根まで到達する最大作業高さ为目标とした。

- ・狭所進入性と作業時安定性の両立

本解体機は都市部狭所現場を対象としており、当然狭所現場への運搬・進入性の確保は必要不可欠であり、クローラ全幅は可能な限り短くすることが望まれる。しかし、クローラ全幅を短くすることは側方作業時の安定性を著しく低下させる恐れがある。そこで、本解体機では、狭所進入性と作業中の安定性を両立させることを目標とした。

- ・多様なアタッチメントに対応

従来のように分別解体を必要としない解体作業においては、軽量かつ堅牢であることから、バケットシリンダにより爪を開閉する機械式フォークグラップル(以下、機械フォーク)(図4a)が重用されてきた。しかし、この機械フォークは、そ



a.機械フォーク b.全回転フォーク
図4 フォークグラップル

の位置と姿勢がブームとアーム角度によって決定されるため、家屋のある位置に存在する部材を掴もうとする時のフォーク姿勢が一義的に決まってしまう、対象に合わせたフォーク姿勢でのアプローチが不可能な構造となっている。この結果、分別解体のような繊細なハンドリング性能を要求される作業には不向きである。

ここで、バケットシリンダによりフォーク全体が上下に揺動し、回転モータによりフォークの爪部分が回転し、さらに爪用シリンダにより爪が開閉する全回転式フォークグラップル(以下、全回転フォーク) (図4b)に着目すると、機械フォークと比較して2自由度追加されていることから、フォーク姿勢を自由に変えながら部材へアプローチすることができ、例えば、家屋への多様な角度からのアプローチや、トラックの荷台方向に合わせた積込作業等、分別解体作業に有効であると考えられる。

しかし、全回転フォークを通常ミニ油圧ショベルに適用する場合、その質量の大きさ、および油圧経路の増加が問題となる。全回転フォークはバケットや機械式フォークと比較して構造が複雑で、標準のバケットと比較して質量が3倍近くあり、その結果、作業中の安定性が著しく損なわれてしまう恐れがある。そこで、本解体機は作業中の安定性を向上させることで、全回転フォークのように質量が大きいアタッチメントを搭載した際にも作業性を保つことを目標とした。

また、従来の油圧ショベルのフロントに対して、本解体機ではアタッチメントの追加自由度分、油圧経路を増加することで、多様なアタッチメントへ対応を図ることとした。

2.2 仕様

本解体機の特徴を以下に述べる。また、図5は本解体機の全体構成図である。

(1)都市型狭所現場への運搬性、進入性を鑑み、本体は3.5トンのミニ油圧ショベルをベースとしている。

(2)フロントは標準の油圧ショベルがブーム、アームの2ピースから構成されているのに対し、本解体機ではハイポスト、ストレートブーム、ロングアームの3ピース構成となっており、作業範囲を上方に拡大している。これにより木造2階建家屋の屋根までカバーすることが可能であり、6トンの小型油圧ショベルと同等の作業高さを有する。

(3)足回りは、現場への進入性と作業時安定性を両立させるために、可変クローラ幅走行体を採用している。具体的には、現場への進入時は1クラス下の3トンのクローラ幅に縮めて、軽自動車並みの狭所進入性を確保し、作業中は1クラス上の4トンのクローラ幅に広げて安定性を確保する構成となっている。

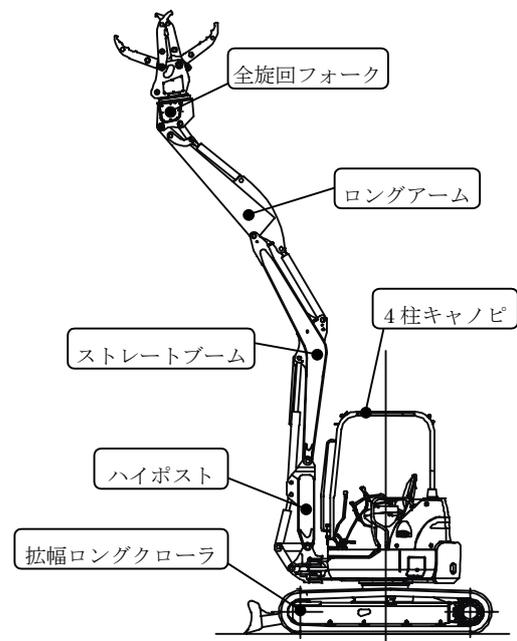


図5 全体構成図

(4)分別解体作業に有用な全旋回フォークをはじめとし、作業内容に応じた多種のアタッチメントが搭載可能である。具体的には、前述の拡幅クローラを広げて作業中の安定性を向上させ、質量の大きなアタッチメントを搭載した際にも作業性を確保している。また、フロント先端に冗長油圧経路を2系統有することで、2自由度までのアタッチメントに対応可能な構成となっている。

(5)解体作業時の安全性、視認性を鑑み、前ガード付4柱キャノピ、ガード付天窓を基本装備とした。

表1に、本解体機の仕様・性能を示す。

3. ユーザテスト

本解体機を用いてユーザテストを行い、オペレータにヒアリングを実施した。63項目について評価を行った結果、表2に示すように、開発コンセプトとして取り上げた各種機能について非常に良い評価を得ることができた。これは、本解体機の都市型低層木造解体に対する有効性を示す結果であると言える。

表 1 木造家屋解体機(ミニモク)の仕様

項目		仕様値
バケット容量	m ³	0.11
運転質量	kg	4280
エンジン定格出力	kW/min ⁻¹	23.5/2450
	[PS/rpm]	[32/2450]
走行速度	km/h	4.4/3.1
シユール方式		溶接組立式 ダブルグローサ
シユール幅	mm	300
接地圧	kPa	32.5
	[kgf/cm ²]	[0.33]
後端旋回半径	mm	870
ブームスイング角 左/右	deg	66/66
輸送時		
全長	mm	5060
全幅 (クローラ拡張/収縮)	mm	1950/1550
全高	mm	2670
作業範囲		
最大作業半径	mm	6500
最大作業深さ	mm	2960
最大作業高さ	mm	7460
最大ダンプ高さ	mm	4850
フロント最小旋回半径	mm	2230
[スイング時]	mm	[1800]

表 2 ユーザテスト結果

項目	概要
高所作業性	高所の操作感は6トショベルに近い
挟所進入性	非常に狭いところでも進入可能である
安定性	フロントが長い割には安定している
全旋回式フォーク	慣れてくると非常に使い易い (柱へのアプローチ、積込作業)

4. 結言

(1)挟所現場における木造家屋解体をターゲットにした、木造家屋解体機を開発した。

(2)フロントはフロントハイポスト、ストレートブーム、ロングアームから構成されており、2階建家屋の屋根までカバーする6tonクラスの小型油圧ショベル並の作業高さを実現した。

(3)拡幅クローラを採用することで、挟所現場への運搬・進入性と作業中の安定性の両立を実現した。

(4)作業具としては上下チルトと旋回機能を付加した全旋回式フォークの搭載し、家屋への多様な角度からのアプローチや、トラックの荷台方向に合わせた積込作業を可能とした。

(5)開発した試作機を用いてユーザテストを行った結果、挟所現場における家屋解体に対する本解体機の有効性を確認した。