

22. 油圧アタッチメントの交換容易化による 解体現場の安全性・環境性・生産性の向上

株式会社小松製作所

○ 山本 宏

1. はじめに

解体現場（図-1）の安全・環境課題解決と生産性の向上を目的として、コマツは新たに油圧オートカプラ（図-2）を市場導入し、油圧ショベルの先端アタッチメント交換作業の容易化に取り組んでいる。本論文では、現場で作業者がアタッチメントに触れず、作動油をまき散らさずにアタッチメント交換ができる新技術、油圧オートカプラの特長を説明し効果の検証結果を報告する。



図-1 解体現場



図-2 油圧ショベルへ装着した油圧オートカプラ

1.1 社会的背景

1971年に建設業法にて建設業が登録制から許可制に変わったが、解体工事は「とび・土工 工事業」に含まれることとなり、独立した業種として扱われることが無くなった。そのため解体工事現場特

有の安全・環境・労働条件の改善への取り組みが十分ではなく現在も課題となったままである。

2016年6月の改正法（建設業法等の一部を改正する法律）の施行により、建設業許可に係る業務区分として「解体工事業」が「とび・土工 工事業」から独立した。また経過処置期間が終了した2021年6月以降、事業者が「解体工事業」の許可を取得し、専門の資格や実務経験を持つ技術者を配置することが求められることとなった。

1.2 解体工事業の課題

国土交通省の推計によると、解体工事件数は今後も増加傾向で推移する見通しで、鉄骨造、鉄筋コンクリート造の民間建築物解体工事は2028年頃にピークを迎えると予測されている。一方、解体業を含む建設技能者の数は、1997年の464万人をピークに減少が続いている。2018年には331万人で、ピーク時の7割に減少した。この間に建設技能者の高齢化も進み、今後10年以内にさらに離職が加速すると考えられる。（図-3）こうした背景により、業界内では解体工事業における安全な施工体制の確立に対する要求が非常に高まっている。担い手不足を軽減し今後の工事量に対応するために、就業先としての解体業の魅力を高め技能者数を確保することと生産性向上は業界の喫緊の課題である。

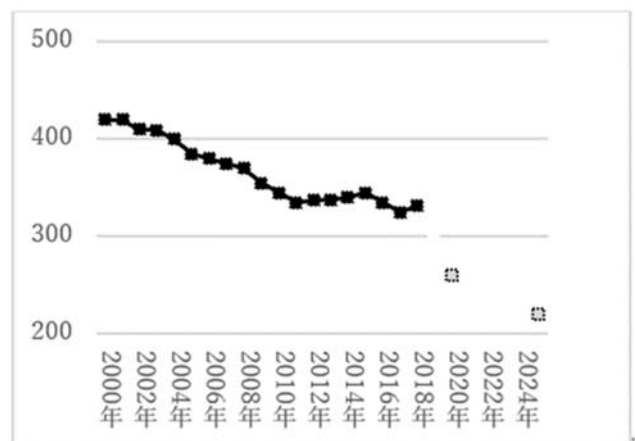


図-3 建設技能者登録数の推移

また、今回の建設業許可区分の見直しは、解体現場における環境負荷低減に対する社会的な関心の高まりを背景としている。これに対応して解体工事では徐々に周辺環境に配慮し騒音、振動を低減し、瓦礫の飛散や落下物等を防ぐ工法を採用してきた。同時に廃棄物の適切な管理も進められている。しかしながら工事の特性上、作動油散布などの環境負荷を抜本的に低減するのが困難な現場があるのも事実である。

2. 油圧アタッチメントの交換作業の実情と課題

2.1 解体現場における作業概要

解体現場では、解体する躯体や工程により、大割圧砕具、小割圧砕具、鉄骨カッター、ブレーカ、フォーク、など様々な油圧アタッチメントを油圧ショベルに装着して工事を行っている。(図-4) これらは各々使用目的が異なり躯体や工程に応じた選定が必要で、各アタッチメントの使用時には他アタッチメントからの交換作業が発生する。解体躯体の大きさや施工現場の広さ、油圧ショベルの配車台数により異なるが、油圧アタッチメントの交換作業は1現場で工期を通じては数十回、1日に数回交換することもある。



図-4 各種油圧アタッチメントの一部

2.2 交換作業工程

油圧アタッチメント直付け（カブラを使用せずに油圧ショベルに直接取り付ける）の場合、交換は油圧ショベルのバケット取付ピンの着脱を大ハンマーによる打撃で行っている。次に油圧ホースの着脱も、工具を使用し手作業で行っている。オペレータ1名と作業員2名の共同作業で行う交換作業時間は約60分を要す。取付ピン等重量物の取扱や大ハンマー使用時についてアタッチメント交換作業の安全性向上が課題である。

また油圧ホースの着脱前に圧抜きが必要で、油圧ホース内に残った高温・高圧の作動油を現場に撒き散らすことが環境配慮の課題でもある。(図-5)



図-5 カブラを使用しない場合の油圧アタッチメント交換作業

3. 油圧アタッチメント交換技術の変遷

3.1 直付け（カブラ無し）

油圧アタッチメント交換を取付ピンの着脱により行う技術。オペレータ1名と作業員2名の共同作業。交換作業時間約60分(2.2参照)

3.2 機械式カブラ

油圧アタッチメント交換では取付ピンの着脱不要。カブラのキャッチブラケットをアタッチメント側取付ピンの位置に手で合わせロックする技術。取付ピンの着脱は不要となるが、作業員が工具を使いカブラの近くで操作をしなければならない。油圧ホースの着脱も作業員が手動で行う。オペレータ1名と作業員2名の共同作業。交換作業時間約30分

3.3 油圧式カブラ

油圧アタッチメント交換では取付ピンの着脱不要。カブラのキャッチブラケットをアタッチメント側取付ピンの位置に油圧で合わせる技術。カブラの操作はオペレータキャビンより行う。但し保持は作業員がカブラ側の保持機構の操作を行わなければならない。油圧ホースの着脱も作業員が手動で行う。オペレータ1名と作業員2名の共同作業。交換作業時間約10分

3.4 油圧オートカブラ

油圧アタッチメント交換では取付ピンの着脱不

要。カプラのキャッチブラケットをアタッチメント側取付ピンの位置に油圧で合わせる技術で、自動保持機能も含んでいる。且つ油圧ホースの着脱もカプラに内蔵された油圧接続機構により、オペレータキャビンから操作出来る新技術。一切アタッチメントに近づくことなく交換作業が出来る。オペレータ1名作業。交換作業時間約1分。作業員の削減・交換作業時間の大幅な短縮と生産性の向上が見込める。(図-6)

4. 油圧オートカプラの特長

油圧オートカプラは、安全性、環境性を改善するとともに、省人化と作業時間の大幅短縮を実現し飛躍的に生産性を向上させる新たなソリューションである。

4.1 オペレータ1名での交換

油圧オートカプラによる油圧アタッチメントの交換は、オペレータキャビン内のオペレータ1人でカプラ操作スイッチ・作業機レバーで操作出来、油圧アタッチメントに近づくことなく交換作業を行うことが出来る。(図-7)



図-7 油圧オートカプラによる交換作業

- 4.1.1 油圧アタッチメントの取付ピンに油圧オートカプラのキャッチブラケットを合わせる。
- 4.1.2 カプラ操作スイッチのロックを解除し、操作レバーのカプラ操作ボタンを押して油圧オートカプラ本体のロックピンを引き込む。スイッチは誤操作を防ぐために、ダブルアクションスイッチを採用。(図-8)



図-8 カプラ操作スイッチ

- 4.1.3 油圧アタッチメントにカプラを合わせて、カプラ操作ボタンを離して油圧オートカプラ本体のロックピンを張り出し装着。
- 4.1.4 オペレータキャビンよりオペレータによるロック確認ピン(図-9)が引っ込んでいる事を確認しカプラ操作スイッチのロック解除を元の位置にもどす。

	3.1直付け (カプラ無)	3.2 機械式カプラ	3.3 油圧式カプラ	3.4 油圧オートカプラ
取付ピンの着脱の為打撃作業	必要	不必要	不必要	不必要
アタッチメント周辺での作業	必要	必要	必要 (ロック作業のみ)	不必要
油圧ホース着脱	必要	必要	必要	不必要
安全性	低	中	高	最高
必要作業員	OP 1名 作業員 2名 計 3名	OP 1名 作業員 2名 計 3名	OP 1名 作業員 2名 計 3名	OP 1名 計 1名
作業時間	約60分	約30分	約10分	約1分
生産性	低	中	高	最高

図-6 交換技術の変遷と油圧オートカプラによる安全性・生産性の期待効果



図-9 ロック確認ピン

4.2 構造・機能

4.2.1 油圧バルブ

油圧オートカプラに内蔵されている油圧バルブ(図-10)は、圧力損失を抑えた構造となっており、装着する油圧アタッチメントの本来の性能を損なわない。加えて作動油の油温上昇を抑えることもできる為、油圧ショベルの効率・性能も維持している。(図-11)



図-10 油圧バルブ

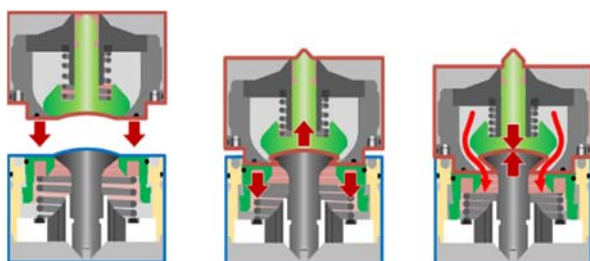


図-11 圧力損失の少ない油圧バルブ

4.2.2 安全装置

油圧オートカプラ自身に安全装置機構をそなえている。

- 1) 常時油圧をかけ続ける事によりロック状態を維持している。
- 2) 油圧が切れても内蔵チェック弁により油圧回路内の油圧が保持されロック状態を維持している。

る。

3) オペレータキャビン内よりロック状態が目視可能なロック確認ピンを装備している。尚、一部の機種にはさらに内臓チェック弁が破損しても機械式ロック機構によりロック状態が保持出来る。

ロック後、保持状態維持のための手動によるピン装着などは不要である。これらの安全措置は国際標準化機構 ISO13031 に準拠し、交換作業の向上だけでなく装着後の安全性にも十分配慮したカプラである。(図-12)

【ISO13031】クイックカプラ (抜粋)

- ・ロックし続けること。
- ・油圧が切れてもアタッチメントを保持し続ける装置があること。
- ・ロック後の手動保持装置ではないこと。
- ・ロックされていることをオペレータキャビンから確認できること

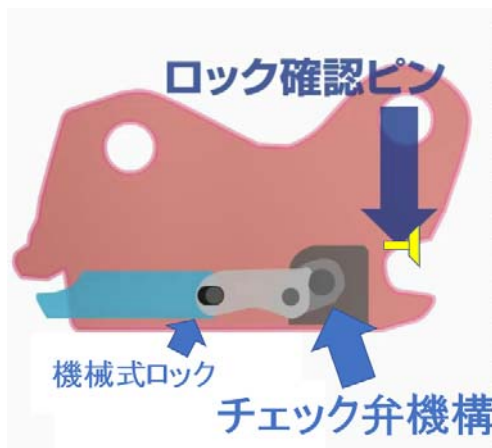


図-12 機械式ロック機構付き
油圧オートカプラ安全装置の例

4.3 NETIS 登録

国土交通省の新技術情報提供システム NETIS にも現場の安全性及び生産性を飛躍的に向上する新技術として 21 年 6 月に登録が出来た。(図-13)



図-13 NETIS 登録

5. 本技術による効果

5.1 安全性

油圧オートカプラでは、油圧アタッチメントの交換をオペレータ 1 人で行える。油圧ショベルや

油圧アタッチメントに作業員が近づく事もなければ、作業員が重量物を運搬することも無い為安全に作業が出来る。さらに野外での大ハンマーを使用する作業を必要としない為、作業員の熱中症対策としても効果が期待できる。

5.2 環境性

油圧ホースの着脱も油圧オートカプラ内の油圧バルブで行われる。油圧ホース着脱作業不要の為、油圧ホース内の作動油の現場への油漏れや撒き散らしのリスクを回避し環境汚染の抑制も期待できる。

5.3 生産性

解体現場では約 60 分掛かっている直付けの油圧アタッチメント交換作業を極力省くため、各アタッチメント毎に油圧ショベルを配置している。現場によっては、オペレータの人数以上の油圧ショベルを配置する事もある。油圧オートカプラを使用する事で交換の容易化と交換時間の約 1 分への短縮により、油圧ショベル台数の適正化と現場コストの改善が期待できる。また極狭地で配置する機械の台数が制約される現場では、より効果が期待できる。

6. 効果の検証と評価

6.1 検証条件と効果仮説

効果を検証する事を目的として、施工計画時は工期 4 か月、中型油圧ショベル PC210LC-11 を 4 台使用する予定であった 3 階建ての鉄筋コンクリートビル解体現場を選定。油圧オートカプラ装着機導入により 1 台減の 3 台で施工が出来る事を仮説

とした。4 台中 1 台に油圧オートカプラを装着し、なお解体用アタッチメントとして、大割圧砕具、小割圧砕具、スケルトンバケット、スタンダードバケットの 4 種類を準備。(図-14)

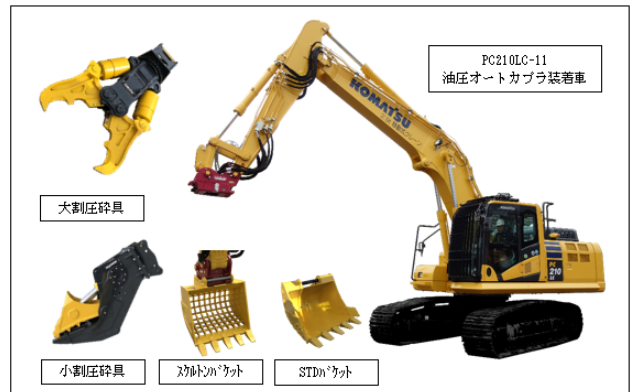


図-14 油圧オートカプラを装着した油圧ショベル

6.2 検証結果

安全性・環境性・生産性の検証結果を報告する。また当社試算であるが経済性についても検証結果を報告する。

6.2.1 安全性

施工期間中、アタッチメント交換作業を 1 日平均 4~5 回行うも、作業員に交換作業時の事故ケガも無く施工を終える事が出来た。

6.2.2 環境性

アタッチメント交換時に作動油の漏れや現場への撒き散らしも無く、中型油圧ショベル PC210LC-11 本体への作動油の追加もなかった。

6.2.3 生産性

日	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	ATT 交換	ATT 種類
5		小割	バケツ	小割		小割	バケツ	小割	バケツ	5	2
6	バケツ	小割	バケツ	小割	バケツ	小割	バケツ	大割	バケツ	10	3
7	バケツ		バケツ			バケツ		小割		1	2
8		バケツ			バケツ	スケルトン	スケルトン	バケツ		3	2
9	バケツ		バケツ							0	1
11	小割		バケツ	小割	バケツ	バケツ	小割	バケツ		6	2
12	バケツ	小割	バケツ			小割	バケツ	バケツ		4	2
13	バケツ	小割	バケツ	小割		小割	バケツ	小割	バケツ	6	2
14	バケツ	スケルトン	スケルトン	小割		小割	バケツ	スケルトン	スケルトン	5	3
15	小割	大割	小割	バケツ		小割		バケツ		5	3
16	バケツ	小割		スケルトン		小割	スケルトン	スケルトン		4	3
18	バケツ	小割	バケツ	バケツ		スケルトン	小割	スケルトン		6	3
19		スケルトン		スケルトン		スケルトン	小割	スケルトン	バケツ	3	3
20		スケルトン		スケルトン		大割	スケルトン	大割	スケルトン	5	2
21	スケルトン	大割		小割	スケルトン		小割	大割	スケルトン	7	3
22		小割		大割	小割		小割	大割	スケルトン	6	3
25		小割		バケツ	小割					1	2
26	小割	大割	バケツ	大割						4	3
平均										4.5	2.4

図-15 一日のアタッチメント交換作業

現場でのアタッチメント交換作業が約1分で行われる為、1日平均4～5回の交換を行う事が出来、スムーズな解体施工が出来た。コンクリート解体とコンクリートガラへの搬出の両作業を、アタッチメントをスピーディに切り替えながら作業を行うことが出来、結果搬出用トラックの待ち時間も短縮できた。(図-15)

6.2.4 経済性

油圧オートカプラと必要な油圧アタッチメントを新規に導入したとしても6.2.3記述の生産性大幅改善による効果で経済性が48%向上することが出来た。(図-16)

活用効果の根拠

基準とする数量	2.00	単位	回/日
	新技術	従来技術	向上の程度
経済性	13,624.24円	26,283.84円	48.16 %
工程	0日	0.22日	100 %

図-16 NETIS 登録番号 KT-210010-A より抜粋

6.3 評価

検証した現場では、作業員の事故も無く安全性は立証出来た。見込み工期4ヶ月施工を検証の3台で完了し、生産性の向上が立証出来た。検証に協力いただいた施工会社からは、「安全にスピーディにアタッチメント交換が出来、現場での作業効率が大幅に改善された。導入台数を削減でき生産性を大幅に向上できる技術である」と評価をいただいた。加えて経済性についても「投資以上の回収が見込める技術である」と評価いただいた。

また、現場作業員からは、「アタッチメント交換作業に力仕事が無くなり、高温作動油や汚れたグリースに触れることも無く、作業環境が良くなった」と評価いただいた。

7. まとめ

油圧オートカプラは、油圧アタッチメントを使用する解体現場で、油圧アタッチメント交換時の安全性向上、環境配慮、生産性向上を可能にする技術である。油圧アタッチメントの交換容易化により、必要な人員と時間を大幅に削減して、お客様の現場改善を支援し、環境・社会・ガバナンスなどESGに関連する諸課題解決に貢献できることを実証した。

さらに解体現場のみならず一般土木も含めた様々な現場に油圧オートカプラの活用を広げ、機械化・ICT化・マシンコントロール・無人化等、更なるお客様現場の進化に貢献していく所存である。

参考文献

- 1) コマツ季刊誌「大地 Vol.130」
2020年5月発行
- 2) 新技術情報提供システム NETIS
登録番号 「KT-210010-A」
登録技術名 「油圧ショベル用
油圧式クイックカプラ」