

1. 量産品の油圧ショベルでのリスクアセスメント <設計製造時>

(建設機械製造業)

【事例の位置づけ】

この事例は、全社的な製品安全についての取り組みを進める中で、当工場が油圧ショベルの設計製造段階におけるリスクアセスメントを実施したものです。当工場が制定した「リスクアセスメント実施規則」に基づき、構想時および出荷前に実施したリスクアセスメント事例について、実施手順と様式および記載方法を示した上で、油圧ショベルを対象とした具体的なリスクアセスメント手法等を紹介しておりますので、機械設備の設計製造時におけるリスクアセスメント実施の好事例として参考になるものです。

1 事業場の概要

1.1 業種：

機械製造業

建設機械等の製造

1.2 労働者数：

約3,000人

1.3 主な製造物

油圧ショベル

油圧機器

環境リサイクル機械

2 設計製造時のリスクアセスメント取り組み状況（全体概要）

2.1 企業のリスクアセスメントへの取り組み方針、背景等：

(1) リスクアセスメントへの取り組み方針、設計製造管理体制上の位置づけなど

製品安全に関する全社的な体制は、資料1に示すとおりである。

(2) リスクアセスメントに関する社内規定の概要

全社の「製品の安全性に関する指針」に基づき、当工場では「製品安全規則」、「リスクアセスメント実施規則」、「製品安全設計基準」を工場規則として制定している。

当工場の「リスクアセスメント実施規則」に基づき、当工場規格として「リスクアセスメント実施要領」を制定している。

全社のリスクアセスメント実施要領についての規定は無いが、当工場規格を全社規格にするべく現在作業中である。

(3) リスクアセスメントの実行組織と人員体制の概要

リスクアセスメントの主幹部署は設計部門が担当するが、リスクアセスメントの実施に際

しては設計部門が品質保証部門やサービス部門を召集して実施している。

実行組織として特別の組織は無いが、社内専門家（機械に関する安全工学を修得し、リスクアセスメントに関する外部委員会の委員を務める者）数名が参画している。

2.2 リスクアセスメント手法の概要：

当工場の「リスクアセスメント実施規則」に基づく「リスクアセスメント実施要領」に沿った手順で、設計部門がリスクアセスメントを実施している。

リスクアセスメント実施要領の関連規格（社内規定以外）：

- 1) JIS B9702;2000 「機械類の安全性ーリスクアセスメントの原則」
- 2) MIL-STD-882C 19 JAN 1993 「System Safety Program Requirment」
- 3) JIS TRB0008;1999 「機械類の安全性：基本概念、設計のための一般原則ー第一部：基本用語、方法論」
- 4) JIS TRB0009;1999 「機械類の安全性：基本概念、設計のための一般原則ー第二部：技術原則、仕様」
- 5) 機械の包括的な安全基準に関する指針：基発第501号通達 H13.6.1 日付（厚生労働省労働基準局長発行）

（1）リスクアセスメント実施要領で規定する実施手順と様式

【手順と様式】

- ① 手順1： リスクアセスメント実施報告書（様式ー1A：構想時用 資料2参照）

リスクアセスメントのまとめであり表紙として使用して設計部門長の審査を受けて事業部長の承認を受けるもの。（様式ー1B：出荷前用が別にある 資料3参照）

- ② 手順2： 製品の使用状況の想定（様式ー2 資料4参照）

製品の仕様等を明確にして、リスクアセスメントの範囲を決めるもの。

- ③ 手順3： 危険源の同定（様式ー3 資料5参照）

危険源や危険状態、危険事象が様々なプロセス（場面）でどのように関連しているかを定義付けするものであり、危険源の同定として「リスクアセスメント項目リスト」（様式ー3 資料5参照）を作成する。

- ④ 手順4： リスク分析表（様式ー4 資料6参照）

ブレインストーミング等で洗い出した「潜在する危険の内容」についてリスクを見積もり評価する。その結果、安全方策を講じなければならない項目に対する方策案を検討し、そのリスク低減の効果を見積もり評価し、確認した結果までを「リスク分析表」にまとめて記載する。

- ⑤ 手順1～4の文書（様式ー1～様式ー4）が、リスクアセスメント実施記録となる。

【様式の記載方法】

- ① 様式ー1A又は1B：リスクアセスメント実施報告書

- 1) 製品型式を記載する。
- 2) 実施状況は実施年月、参加者を記録する。
- 3) 実施結果は様式ー4のリスクインデックスを評価基準毎に件数を記入する。
- 4) 様式ー2、3、4が添付されたものが報告書となる。

- 5) 報告書の作成は構想時、出荷前の2回作成することとなり、様式－1Aは構想時に、様式－1Bは出荷前に使用する。
- ② 様式－2： 製品の使用状況の想定
- 1) 記入例（資料4）を参照する。
 - 2) 製品仕様欄に主な仕様等を記載する。
 - 3) 「合理的に予見される誤使用」とは下記の例（ISO DSI12100-2）を参考にして列記する。
 - (a) 機能不良、事故や故障が発生した時のオペレータ等の反射的な挙動。
 - (b) 機械の故意による誤使用ではなく、集中力の欠如や不注意から生じる正しくない人の挙動。
 - (c) 作業遂行中、“最小抵抗回路（省略行動、近道反応等）”をとった結果として生じる挙動。
 - (d) すべての事態において機械を稼働させ続ける動機。
 - (e) 特定の人（子供等）の挙動。
- ③ 様式－3：
- (a) 記入例（資料5）の「リスクアセスメント項目」を参照する。
 - (b) 「プロセス」欄には、機械の出荷から、機械の廃却までのライフサイクルの段階をプロセスとして分けをした項目を記載する。
 - (c) 「主要な危険源、危険状態及び危険事象」欄には、機械的危険源や電氣的危険源などの主要な項目を列記する。
 - (d) 「危険源、危険状態及び危険事象の詳細」欄には、詳細項目を記入する。
 - (e) (c)、(d)項はJIS B9702:2000 附属書Aに例があるので利用してよい。
 - (f) 「危険源、危険状態及び危険事象の詳細」欄に該当するプロセス欄に○印を付ける。
- ④ 様式－4：
- (a) 記入例（資料6）の「リスク分析表」を参照する。
 - (b) 作成順序は、添付資料3の第一～第四ステップで行う。
 - (c) 「プロセス」「主要な危険源、危険状態及び危険事象」「危険源、危険状態及び危険事象の詳細」は、様式－3の「リスクアセスメント項目」より転記する。
 - (d) 「潜在する危険の内容」欄は、「危険源、危険状態及び危険事象の詳細」の項目ごとに内容を検討して洗い出し列記する。洗い出しにあたっては、ブレインストーミングや過去の事故例、規格等を利用するとよい。
 - (e) 「危険の対象」は、誰が危険の対象になるかを検討して様式－2の「危険の対象」の中から特定する。危険の対象者は重複してもよい。
 - (f) 各プロセス毎に「潜在する危険の内容」を抽出した後に、それぞれの項目についてリスク見積もりを実施する。

＜リスク見積もりの方法＞

リスク見積もりの方法は、表1～4を利用し

- 1) 危険の重大度 : 表1のカテゴリを記入する。
- 2) 発生頻度 : 表2のレベルを記入する。
- 3) リスクインデックス : 表3のリスクインデックスを記入する。
- 4) リスクレベル : 表4によりリスクレベルを記入する。

表 1 危険の重大度

危険の重大度	カテゴリ	定 義	
		人	機 械、システム
軽 微	S 1	軽傷度、軽職業病よりも軽い障害 (不休)	機械の一部損傷
軽 度	S 2	軽傷害、軽職業病 (後遺症無、休業 1 ヶ月未満)	機械の全損
重 度	S 3	重傷害、重職業病 (後遺症又は休業 1 カ月以上)	軽度な二次災害を起こす (例：プラント停止)
致 命	S 4	死亡	重大な二次災害を起こす (社会的影響度大)

表 2 危険の発生頻度

発生頻度	発生確率 (h)	レベル	定 義
可能性無	10^{-9} 以下	K 1	発生を経験することがないと推定できる程度に可能性が低い。
僅 か	10^{-7} ～ 10^{-9}	K 2	可能性は低いが製品の寿命内に発生するかもしれない。
ま れ	10^{-6} ～ 10^{-7}	K 3	製品の寿命内に発生することがある。 (交通事故程度)
可能性有	10^{-5} ～ 10^{-6}	K 4	製品の寿命内に数回発生する可能性がある。
頻 発	10^{-5} 以上	K 5	頻繁に発生しやすい。(クレーム程度)

表 3 危険評価マトリックス

危険の重大度 発生頻度	S 1	S 2	S 3	S 4
K 1	1	4	6	9
K 2	2	7	11	13
K 3	3	10	15	17

K 4	5	1 2	1 6	1 9
K 5	8	1 4	1 8	2 0

この表の数値を「リスクインデックス」という。

表4 リスクアセスメント基準

リスクインデックス	リスクレベル	評 価 基 準
1 ～ 3	I	現状のまま許容できる。
4 ～ 1 1	II	許容できるが検討を要す。 (設計開発責任者の決定を要す。)
1 2 ～ 1 5	III	望ましくない。 (事業部長の決定を要す。)
1 6 ～ 2 0	IV	許容できない。

(注) 参考規格：M I L－S T D－8 8 2 C (1 9 J a n . 1 9 9 3)

(System Safety Program Requirement)

(g) リスクレベルより安全方策の要否を決定する。

- 1) I : 安全方策不要
- 2) II～IV : 安全方策要

(h) 「潜在する危険の内容」でリスク見積もりの結果が安全方策要と判定した項目について安全方策案を検討して「安全方策」欄に記入する。

(k) 安全方策のリスク見積もりを表1～4を使用して検討し、それぞれの項目を記入する。

(l) 安全方策の結果がリスクレベルがII～IIIの場合は、安全方策の見直しを繰り返し実施する。その結果、他社等に劣らないレベルと判断した場合は、表4「リスクアセスメント基準」により、設計開発責任者または事業部長の判断により方策をさらに実施するか否かを決定する。

リスクレベルIVは必ずリスクレベルIII以下にするよう方策を実施しなければならない。

(m) 製品(試作機等)が完成後、安全方策項目を確認し「確認」欄にチェックマーク(○、X)を記入する。

(n) データ欄には試験報告書Noや安全標識の図番号などを記入する。

【リスクアセスメント実施要領の解説】

- ① この実施要領は、厚生労働省労働基準局長発行の平成13年基発第501号「機械の包括的な安全基準に関する指針」とJ I S B 9 7 0 2 : 2 0 0 0に対応するために制定したものであり、J I S B 9 7 0 2 : 2 0 0 0に則ったものである。
- ② J I S B 9 7 0 2 : 2 0 0 0には原則論のみで実際にリスクアセスメントを実施することはできないので、中央労働災害防止協会発行(H13年3月)の「機械の包括的な安全基準に関する調査研究委員会」平成12年度報告書をもとに実施要領を作成したも

のである。この報告書は「その１－機械の包括的な安全基準に関する規格等に関する報告書」「その２－機械の設計・製造時のリスクアセスメント手法報告書」の２部構成となっており、わかりやすくまとめられているので、参考にするといよい。

- ③ リスクアセスメントの評価はM I L－S T D－8 8 2 C（1 9 J a n．1 9 9 3）を基にしている。M I L規格では発生頻度と重大度は小さいほど大きな値であるが、本実施要領では、発生頻度と重大度に関する数値の取り方をM I Lと逆転させた。すなわち、本実施要領では、発生頻度と重大度が大きいほど大きな数値となる。また、M I L規格では発生頻度は無次元（単位がない）で表しているが、本実施要領では単位時間当たりの発生確率としている。

（２）リスクアセスメント結果の審査について

リスクアセスメントの結果についての最終承認は事業部長が行うが、個別の案件についてはそれぞれリスクの大きさについて下表のように承認者を決めている。

リスクレベル	リスクインデックス	対 応
I	1 ～ 3	現状で承認する
II	4 ～ 1 1	設計開発責任者の決定を要する。
III	1 2 ～ 1 5	事業本部長の決定を要する。
IV	1 6 ～ 2 0	許容しない。

（３）記録及び保存について

リスクアセスメントの記録は、IS09000 に沿った記録保管として、11 年以上保存している。保存方法は、現状では紙面である。

（４）リスクアセスメント手法（手順書）を作成するときに参考とした基準・規格類

リスクアセスメント実施要領等の作成に際しては、JISB9702 (IS014121)、IS012100CD 等を参考にした。

また、1996 年に当工場を含む企業グループ内研修で推進された経緯はあるが、現状では企業グループ全体としての取り組みには至っていない。

（５）対象設備のリスクの再評価について

設計の安全性についての妥当性確認については、評価試験（製品安全試験）を実施して規格値がある場合には規格値に合格するまで評価を繰り返している。

（６）制御系のリスクアセスメントについて

操作性、安定性、乗りごこち等の官能性の制御による部分に関する評価は、品質保証部門で実施している。

現状では、制御系の安全関連部に相当する制御系はほとんど存在しないと理解しているが、一部の安全関連制御系に関しては、F M E Aによる評価・検討を実施している。

3 具体的な機械設備のリスクアセスメント実施状況と実施内容

3.1 リスクアセスメント実施対象設備：

(1) 対象機械設備の名称：

油圧ショベル (20 トン)

(2) 機械設備の機能概要と主な仕様：

運転質量 約 20 t

バケット容量 0.8 m³

原動機 122 kW / 2200 min⁻¹

(3) 形態：

単体機

3.2 リスクアセスメントの実施時期

(1) リスクアセスメントの実施段階

当該対象機についてのリスクアセスメントは、基本設計時（構想時）及び出荷前のそれぞれの段階で実施した。

量産品については、ユーザーからの自社製品に関する災害報告をもとに見直すようにしている。

3.3 対象設備のリスクアセスメント

(1) 具体的なリスクアセスメント実施手順

①手順1： リスクアセスメント実施報告書

リスクアセスメントのまとめであり表紙として使用して設計部門長の審査を受けて事業部長の承認を受けるもの。ここでは、出荷前用のものを（記入済み：資料3）に示す。

②手順2： 製品の使用状況の想定

製品の仕様等を明確にして、リスクアセスメントの範囲を決めるものであり、対象とした「製品の使用状況の想定」表（記入済み：資料4）を示す。

③手順3： 危険源の同定

使用状況の想定の下に、製品の全ライフサイクルを対象として危険源の同定を実施した。JIS B 9702:2000 の附属書の危険源リストを用いて、作業環境、現場状況、運転状況、想定される誤使用等を考慮しながら危険源や危険状態、危険事象が様々なプロセス（場面）でどのように関連しているかを同定したものであり、「リスクアセスメント項目リスト」（記入済み：資料5）を示す。

<編者注> 「リスクアセスメント項目リスト」において、具体的な内容説明でのリスクの対象者を「オペレータ（運転員）」と「第三者」を区別して示していることが注目される。

④手順4： リスク分析表

ブレインストーミング等で洗い出した「潜在する危険の内容」についてリスクを見

積もり評価する。その結果、安全方策を講じなければならない項目に対する方策案を検討し、そのリスク低減の効果を見積もり評価し、確認した結果までをまとめたものが「リスク分析表」（記入済み：資料6）である。

リスク分析表の作成におけるリスクの見積もりと評価の手法は、MIL-STD-882Cの方法を応用して、上記の「**2.2 リスクアセスメント手法の概要**」で述べた＜リスク見積もりの方法＞である。

（2）安全方策とリスク再評価及び残留リスクの措置

対象機械の各危険源等に必要とされた安全方策については「リスク分析表」にその検討結果を記入し、各安全方策後のリスク見積もりと評価（リスク再評価）を行って、その結果の残留リスクの伝達方法を「確認」欄に警告ラベル・取扱説明書・実機に区分して明記する方式を採用して抜けないような書式としている。

なお、基本的には再評価後のリスクレベルがⅠ～Ⅱとなるように対策を講じている。

（3）実施に当たって問題となった点およびその解決策

①リスクアセスメント実施には必要とされる労力（マンパワー）の増大する。

その対応策としては、同一形態の機械に関するリスクアセスメントを社内標準化し、全社的に水平展開するべく取り組んでいる。

②移動式の機械に特化したリスクの分析項目の追加が必要となった。

その対策の例としては、リスク対象者として「オペレータ」と「第3者」の区別をした。

3.4 リスクアセスメントに基づいた安全方策

（1）安全方策の具体的実施内容（技術的対策について）

実施した安全方策は資料の「リスクアセスメント分析表」の安全方策欄に示す通りであるが、具体的内容としては、下記の例がある。

- ・運転室構造物の強化（転倒時の人体保護空間の確保）（図1）
- ・運転室右側ガラス部分にガードの設置（図2）
- ・オペレータ支援モニターカメラ設置（後方視界の確保）（図3）
- ・周囲の作業者に警告するホーンやライトの設置
- ・エンジンの不意の起動を防ぐ操作レバーロック装置（図4）

（2）制御に依存する安全方策について

制御システムの安全関連部にカテゴリ評価は実施していないが FMEA で一部評価をしている状況である。

3.5 使用上の情報の作成（残留リスクの処置）

（1）残留リスク情報の記録

残留リスク情報はリスクアセスメント実施記録である「リスク分析表」の「確認」欄に記載されている。

（2）使用上の情報の提供方法等

- ・取扱説明書に記載（安全関連情報ページは用紙を色分けして表示している。）

- ・使用禁止事項を予見可能な誤使用として取扱説明書に記載（資料 7）
- ・保護具やメンテナンスに関する事項を取扱説明書に記載
- ・予見不可能な誤使用の注意としてユーザでリスク対策を実施するように取扱説明書に記載

（3）その他、使用上の情報に関する問題点等

災害時の復旧活動など地域や国を挙げての工事の実施には油圧ショベルは非常に有用な機械であり、現場そのものが危険と隣り合わせの場合がある。人命救助を伴う場合には危険を承知で作業を実行している場合もある。このような場合に対して使用禁止とはいえないのがつらい。

4 リスクアセスメントの取り組みで顕在化した問題点とその解決策及び課題等

4.1 問題点の内容：

- ・設計業務における業務負担が増加する。
- ・従来から実施している製品安全（PS）チェックに加えてリスクアセスメントが追加業務になった。
- ・現実の設計を実施する場合において、リスクアセスメントだけでは設計の細部にわたる危険源把握や安全対策の検討が困難である。

4.2 その解決策：

- ・現状では2本立てで対応することになっている。
- ・PS チェックリストは設計の安全性要求事項として、とらえることと考えている。

4.3 今後の課題：

- ・電子化が進んで機械の可動部制御と安全関連部のすみわけが必要となるので、安全関連部の定義化が必要である。（制御システムの安全関連部はセンサーと制御システムで構成されるが、建機には建機自体の制御システムしかないと考えている。）

5 これまでにユーザーから受けたフィードバック事項：

5.1 その具体的な内容

ユーザーから直接ではないが、災害報告は支社から報告を受けている。災害報告は、重要事故審議会で審議され対応策等を決定している。

重要事故審議会は品質保証本部の傘下であり、専任委員、製品担当部門及びプロダクトサポート部門の社員で構成され、事故内容を調査検討し、そのレベルで対応策を決定する。

5.2 機械設計製造への反映

定期的にユーザーフォローアップを実施しているのでユーザーからの要望もこの機会に聞くことが出来るシステムを構築してあること、また、サービス部門、営業部門からのユーザー意見を盛込んだ製品改善要望書を通じて機械設計への採りこみを行っている。

特に新製品では、半年から1年の間にユーザーの意見を聞くようにしている。

6 リスクアセスメントへの取り組みによって得られた効果

6.1 有形効果：

- (1) チェックリスト方式と比較すると機械全体の安全性の評価が分かりやすくなった。
- (2) 安全標識等については論理的な説明がついた。

6.2 無形効果：

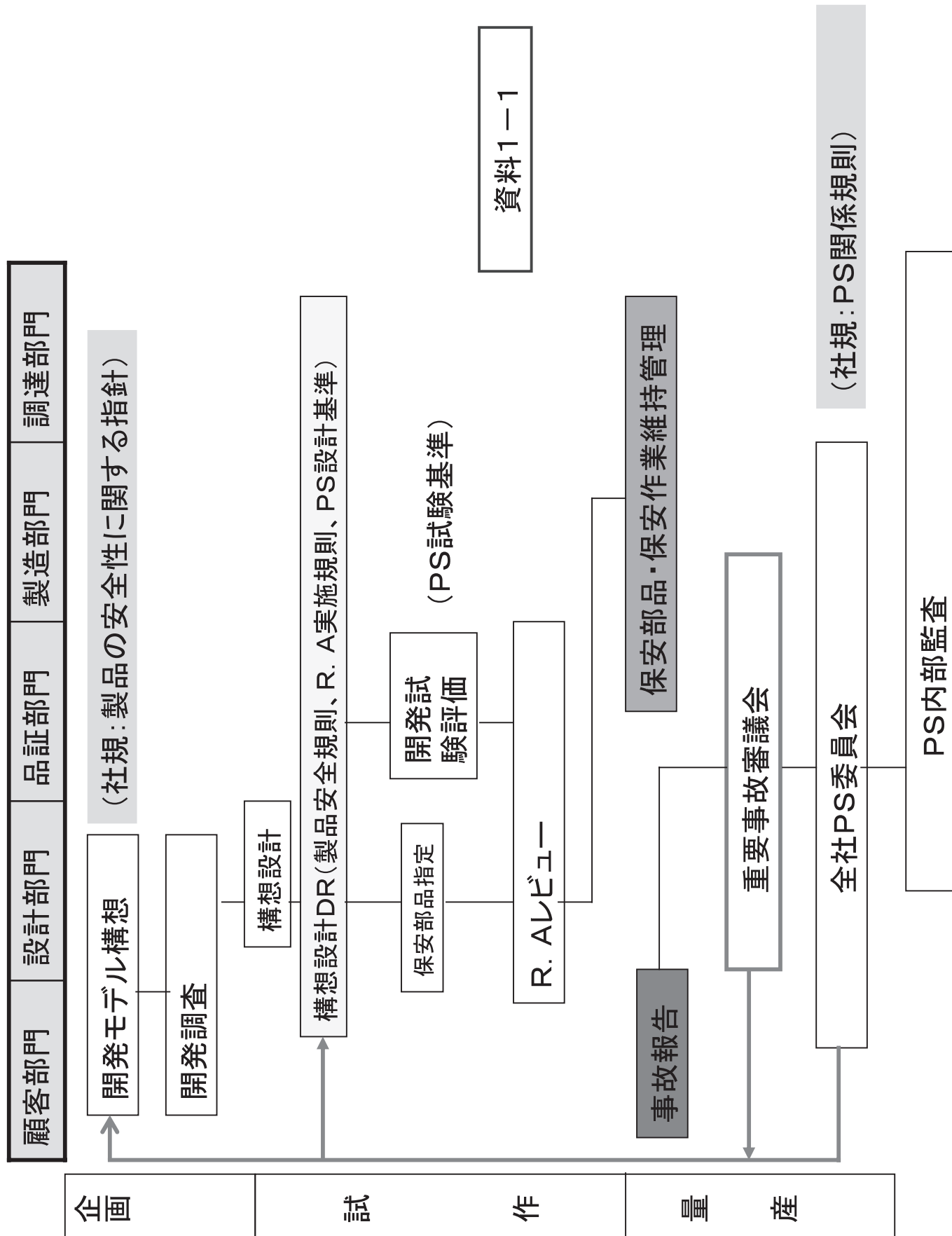
- (1) PLD（製造物責任対策）に寄与すると考えられる。
- (2) リスクアセスメントを実施することで機械安全に対する認識が深まる。

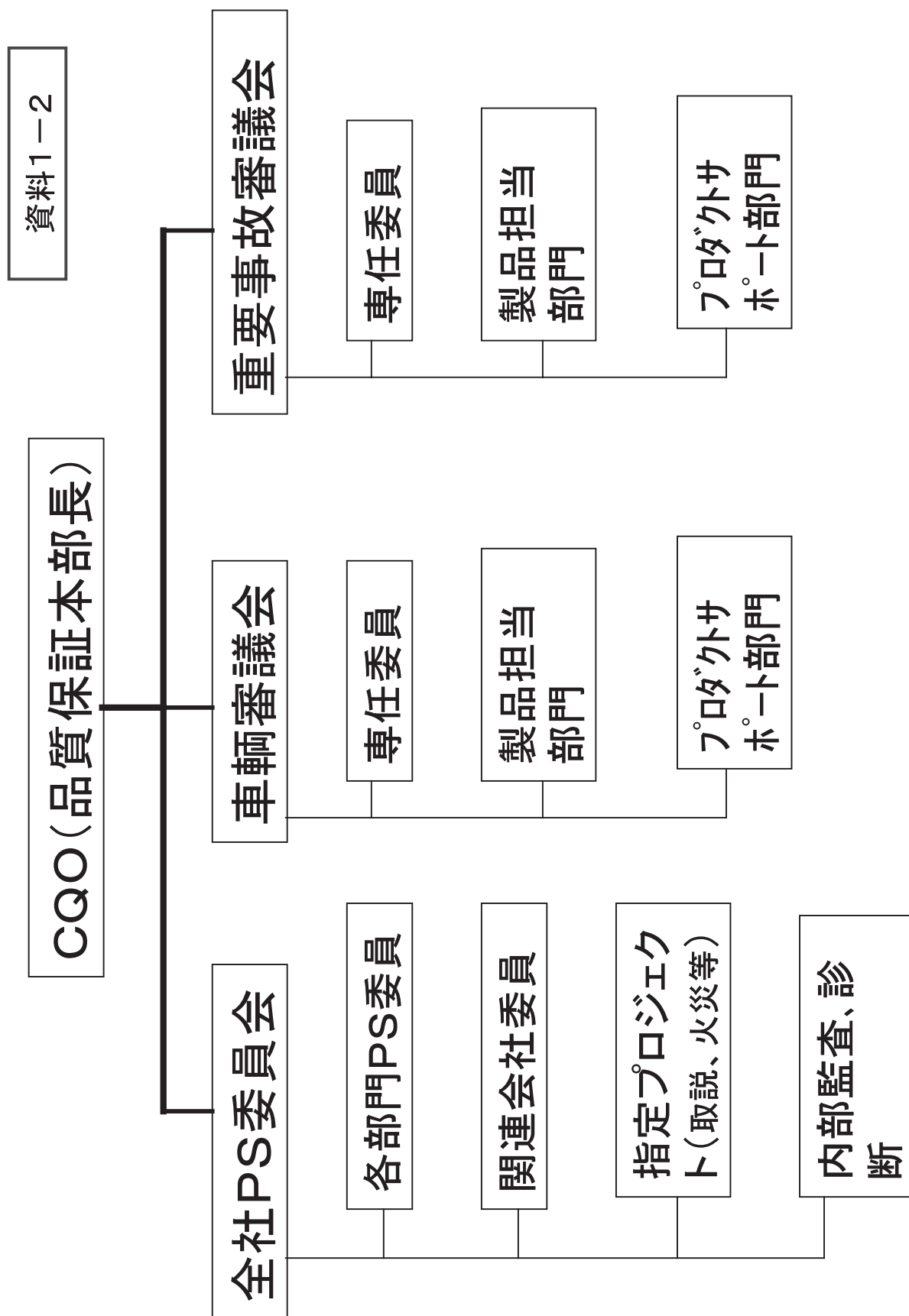
6.2 投下費用：

世界統一仕様を目標にしているので、特別な投資とは考えていない。

6.4 その他、問題点など：

- (1) モデルチェンジの繰り返し製品であるので、リスクアセスメントが形骸化する懸念がある。
- (2) 業界標準がまだないことから、潜在的な危険源の見逃しがないかどうか懸念材料としてある。





現状の機械安全体制

リスクアセスメント実施報告書

(様式－１Ａ)

(構想時)

作成		審査 (設計部門長)	承認 (事業部長)

1. 製品型式 : 3 2 7

2. 実施状況

年月日	部 署	参 加 者			
05. 08. 24	品証センタ	○山			
	建設Q A	×川			
	建開セ	△多	◇山	上△	凸島
		■沢	◎木		

3. 実施結果

単位 (件)

リスクレベル	リスクインデックス	評価基準	構想時
I	1～3	現状のまま許容できる	56
II	4～11	設計開発責任者の決定を要す	197
III	12～15	事業部長の決定を要す	0
IV	16～20	許容できない	0
合計			253

リスクアセスメント実施報告書

(様式－１Ｂ)

(出荷前)

作成		審査 (設計部門長)	承認 (事業部長)

1. 製品型式 : * * * *

2. 実施状況

年月日	部 署	参 加 者			
05. 08. 24	品証センタ	○山			
	建設Q A	×川			
	建開セ	△多	◇山	上△	凸島

3. 実施結果

単位 (件)

リスクレベル	リスクインデックス	評価基準	構想時	出荷前
I	1～3	現状のまま許容できる	56	56
II	4～11	設計開発責任者の決定を要す	197	197
III	12～15	事業部長の決定を要す	0	0
IV	16～20	許容できない	0	0
合計			253	253

製品の使用状況の想定

(様式－2)

項 目		定 義	
製品の用途		掘削、溝掘り、整地、整形、積込み、石の小割り、吊荷作業	
製品を使用する目的		一般土木工事や建設用骨材採取	
合理的に 予見される誤使用		・ 土砂崩壊等による転倒や転落 ・ 積込み積み下ろし中の転倒 ・ 右窓より身体を出してブームとの間に挟まれる ・ 周囲作業者に気づかず旋回走行操作をする ・ 運転室への昇降時に操作レバーを掴む ・ 操作を間違える ・ 油洩れのまま使用する ・ 点検修理時にマフラなどの高温部に接触する	
製品仕様	製品型式	*****	
	設計寿命	*****	
	原動機出力（Kw）	*****	
	製品質量（t）	19.8	
	バケット容量（m3）（注1）	0.8	
	対象として使用するアタッチメント	ブレーカ、破碎機、スーパーロングフロント	
	使用大気温度	*****	
	標高（m）	*****	
主要輸出先（国等）		北米、欧州、アジア、オセアニア	
危険 の 対 象	運転員 (オペレータ)	資格	資格制度があれば資格を有するもの又は、一定以上の経験と技量を有するもの
		体格	ISO3411：1995以内とする
	周囲作業員		事業者が教育をした者
	サービス員		当社で教育を受けたものか資格のある者または一定の経験を有するもの
	第3者		通行人

注1 : この項目は製品の性能などを表す項目で、クレーンでは最大吊上げ能力などが相当する一般的に業界で使われるものを表示すればよい

(様式－3)

リスクアセスメント項目リスト

プロセス				主要な危険源、危険状態及び危険事象 No.	危険源、危険状態及び危険事象 の註細等	具体的な内容説明	
輸送	据付	保守 修理	作業			オペレータ（運転員）	第3者
○	○	○	○	1	機械的危険	1.1押し潰し	転倒によるヤブ潰れ
○	○	○	○		1.2せん断	ヤブト7、窓挟まれ	7ト下降、70ト・旋回・走行、吊り荷
○	○	○	○		1.3切り傷・切断	ヤブや加への金属露出	1.1項及びト7、加への
－	○	○	○		1.4巻き込み	エンジン・ベルト	1.1項と同じ
－	－	○	○		1.5引き込み又は捕捉	適用外	旋回・走行動作時
○	○	○	○		1.6衝撃	転倒・転落	1.1項と同じ
－	－	○	○		1.7突き刺し又は突き通し	適用外	ハット
－	○	○	○		1.8こすれ又は擦りむき	滑り、躓き	1.1項と同じ
○	○	○	○		1.9高圧流体の注入又は噴出	油圧ホース破裂	油圧ホース破裂、クリップ
－	○	○	○	2	電氣的危険	2.1充電部に接触	適用外
○	－	○	－		2.4静電気	ト7ト	適用外
○	－	○	○		2.5熱放射、短絡	24.1項を適用	適用外
－	－	○	○	3	熱的危険	3.1高温や低温による火傷、火災	油圧機器との接触、高温油、蒸気
－	－	○	－		3.2熱間や冷間作業の健康被害	触、ラジエータ蒸気、エアコン、ヒータ	適用外
－	－	○	－	4	騒音による危険	4.1聴力障害	適用外
○	－	○	－		4.2口頭伝達、音響信号に対する妨害	適用外	警報器、周囲騒音
○	－	○	－	5	振動による危険	5.2全身振動	適用外
－	－	○	－	6	放射から生ずる危険	6.1低周波、マイクロ波	適用外
－	－	○	－		6.2紫外線、紫外線、可視光線	熱中症害	適用外
－	○	○	○	7	材料及び物質から生じる危険	7.1有害な液体、気体等の接触吸入	7トバースト、有害物質
－	－	○	○		7.2火災又は爆発	有可燃焼ガス	爆発
－	－	○	－	8	人間工学原則無視から起こる危険	8.1不自然な姿勢	適用外
○	－	○	－		8.2手、腕、足等の不適切な解剖学的考察	傾斜地作業	適用外
○	○	○	○		8.3保護具使用の無視	過大な操作力	適用外
－	－	○	－		8.4不適切な照明	シールド、身体、加への	適用外
－	－	○	－		8.5精神的過負荷やストレス	21.6項を適用	適用外
○	○	○	○		8.6ヒューマンエラー、人間の挙動	居住空間	適用外
○	－	○	－		8.7手動制御機の不適切な配置	ヤブからの飛び出し	轢かれ、巻き込まれ
○	○	○	○		8.8複合要素装置の不適切な配置	22.1項を適用	轢かれ、巻き込まれ
－	－	－	－	9	危険源の組合せ	危険領域への侵入	轢かれ、巻き込まれ
○	－	○	－	10	予期しない始動、予期しない超過走行/超過速度	適用外	適用外
－	－	○	－		10.2燃料供給の中断後の回復	走行停止不能、旋回停止不能	1.1項と同じ
－	－	○	－		10.4外部の影響（重力、風など）	適用外	1.1項と同じ
○	－	○	－		10.5ト7トのイター	転倒、転落	適用外
○	－	○	－		10.6オペレータによるエラー（人間の特性等）	機械停止不能	1.1項と同じ
○	○	○	－	11	機械停止の不可能	誤操作による転倒	1.1項と同じ
－	－	○	－	13	動力源の故障	20.3、20.6、25.2、25.3項を適用	20.3、20.6、25.2、25.3項を適用
○	○	○	－	14	制御回路の故障	20.1項を適用	20.1項を適用
○	○	○	○	15	止具のエラー	走行停止不能、旋回停止不能	1.1項と同じ
－	○	○	○	16	運転中の破壊	止具の飛散	轢かれ、押し潰し
○	○	○	○	17	落下又は噴出する物体	ヤブ破壊	油圧機器の破裂、周囲被害物の破壊
○	○	○	○	18	安定性の欠如	落下物によるヤブ潰れ、高圧油の噴出	吊り荷の落下、高圧油の噴出
○	○	○	○	19	滑り、つまづき	23項を適用	適用外
○	○	○	○	20	移動性により付加される危険源、危険状態、事象	21.1項を適用	適用外
○	○	○	○	21	機械上の作業位置（運転席含む）の開連	転倒	衝突、トッカシ、巻き込み
○	○	○	○	22	エンジン始動時の移動	飛び乗り	傾斜地での逸走
○	○	○	○	23	運転者がいない時の移動	転倒、感電	轢かれ、巻き込まれ
○	○	○	○	24	部品が安全位置にない時の移動	共振や減衰性の悪い不適切な座席	車体の落下
○	○	○	○	25	移動時の過大振動	停止、傾斜地ブレーキ能力不足による逸走	轢かれ、巻き込まれ
○	○	○	○	26	減速、停止の能力不十分	7トに不適による乗降	適用外
○	○	○	○	27	燃料不足	排ガスのヤブ内浸入	適用外
○	○	○	○	28	火災	ヤブ内可燃物	延焼
○	○	○	○	29	車輪への接触	適用外	轢かれ
○	○	○	○	30	車体の転倒	転倒	適用外
○	○	○	○	31	物体の落下、物体が貫通	ヤブ潰れ	適用外
○	○	○	○	32	作業位置からの不十分な視認性	適用外	1.1項を適用
○	○	○	○	33	不適切な照明	転倒・転落	1.1項を適用
○	○	○	○	34	不適切な座席	調整不良	適用外
○	○	○	○	35	作業位置における騒音	ヤブ内騒音過大	周囲騒音過大
○	○	○	○	36	作業位置における振動	座席	外部振動過大
○	○	○	○	37	避難経路/非常口の不備	転倒、水没、火災時	適用外
○	○	○	○	38	制御システムによるもの	22.1手動操作器の不適切な配置	1.1項を適用
○	○	○	○	39	手動操作器、操作トドの不適切な配置	誤操作、誤作動	1.1項を適用
○	○	○	○	40	安定性の欠如	フロント動作の重心位置変化、機械揺動による地盤形状変化、傾斜地	適用外
○	○	○	○	41	エンジン高温部接触、排ガス、振動、バットの火災	エンジン高温部接触、排ガス、振動、バットの火災	適用外
○	○	○	○	42	連結及び牽引から起こる危険源	泥濘地	適用外
○	○	○	○	43	無資格者による安全運転の無視	無資格者による安全運転の無視	いたづら
○	○	○	○	44	停止位置から移動する部分のずれ	転の無視	轢かれ、巻き込まれ
○	○	○	○	45	複合要素装置が欠如又は不適切	適用外	轢かれ、巻き込まれ
○	○	○	○	46	オペレータに対する指示	危険領域への進入（転倒）	轢かれ、巻き込まれ

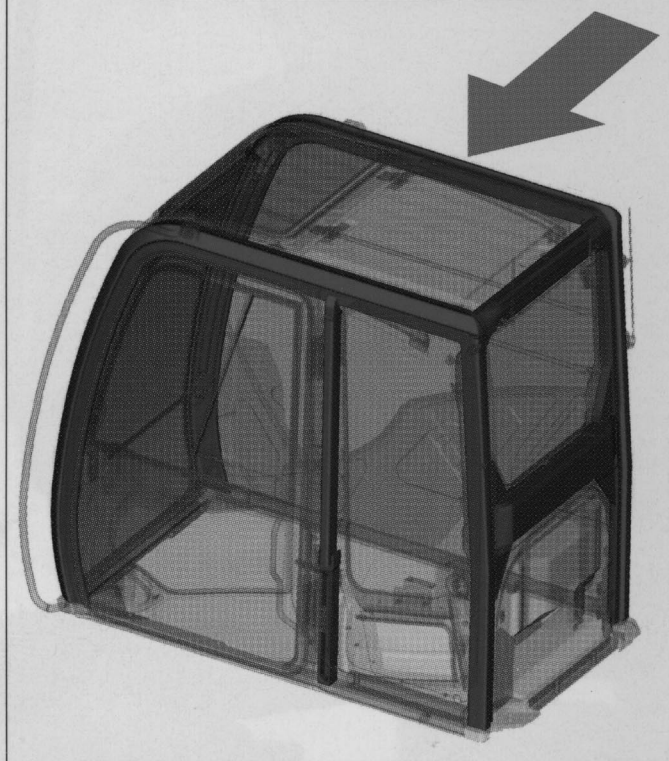
リスク分析表

(様式－４)

プロセス (場面)	主要な危険源、 危険状態及び 危険事象	危険源、危険状態 及び危険事象の詳細	潜在する危険の内容	危険 の 対象	リスク見積り (１)				安 全 方 策	安全方策後のリスク見積り (２)				確認 CHECK			データ DATA
					危険の 重大度	発生 頻度	リスク インデックス	リスク レベル		危険の 重大度	発生 頻度	リスク インデックス	リスク レベル	警告ラベル LABEL	取 説 MANUAL	実 機 MACHINE	
輸送	機械的危険	①押し潰し	・ 自走積降時、道坂又は荷台を踏み外し転倒、キャブ押し潰し	オペ	S 4	K 2	13	Ⅲ	・ 強化型キャブ構造（EOPS）を採用 ・ 機械本体の分解、組立要領やサイドフレームの伸縮要領およびトレーラへの積みみや積卸し、ワイヤ掛けによる機械の固定方法等について取説に記載。	S 3	K 1	6	Ⅱ		○	○	6-4
据付・組立	機械的危険	①押し潰し	・ 作業中旋回範囲内への立入りでC/Wフロント等による押潰し、衝撃	周囲作業員	S 4	K 2	13	Ⅲ	・ 旋回内立入禁止警告ラベルの貼付け。 作業現場内立入禁止、バケットの下に人を入れないことを取説に記載。	S 4	K 1	9	Ⅱ	○	○		3085431 3085908 S-14
		②せん断	・ キャブドア及び窓の急激な開閉による挟まれ	オペ	S 2	K 2	7	Ⅱ	・ キャブドア、窓はロック機構付き。 ・ 開閉時の注意事項を取説記載。 ・ 前窓、注意銘板貼付	S 2	K 1	4	Ⅱ	○	○	○	4418272 1-78
	人間工学原則無視から起こる危険	③保護具使用の無視	・ 保護具未使用による傷害	サービス員	S 2	K 3	10	Ⅱ	・ 安全な服装について取説に記載	S 2	K 2	7	Ⅱ		○		S-3
		⑥ヒューマンエラー、人間の挙動	・ オペが操作レバーをニュートラルに戻せないことで機械がそのまま作動続ける	オペ 周囲 作業員 サービス員	S 4	K 2	13	Ⅲ	・ 操作レバーは油圧パイロット方式を採用 レバーを離せば自動的に中立位置に戻る ・ 日常点検の実施を取説に記載	S 4	K 1	9	Ⅱ		○	○	3-2
	機械停止の不可能		・ コントロールパドルのスポールスティックによるアクチュエータの停止不能	オペ 周囲 作業員 サービス員	S 4	K 2	13	Ⅲ	・ ラインフィルタを装備し、取説に作動油とフィルタの定期交換時期記載。 ・ 日常点検の実施を取説に記載	S 4	K 1	9	Ⅱ		○	○	7-15 7-9
作業中	機械的危険	①押し潰し	・ 機械の転倒によるキャブ潰れ	オペ	S 4	K 2	13	Ⅲ	・ 強化型キャブ構造（EOPS）を採用 ・ 機械の転倒防止のため下記内容を取説記載。「転倒注意」	S 3	K 1	6	Ⅱ		○	○	S-15
			・ 機械の転落時のキャブ内衝撃	オペ	S 4	K 2	13	Ⅲ	・ シートベルトを装備。キャブ内の突起部は保護カバーを付けたり丸みを持った形状に改良。 ・ シートベルト装着を銘板、取説明示	S 3	K 2	11	Ⅱ	○	○	○	4654287 S-6
		⑨高圧流体の注入又は噴出	・ キャブ内配管から高圧油噴出	オペ	S 3	K 2	11	Ⅱ	・ キャブ内の配管やホースはコンソールボックス内に配置。	S 1	K 2	2	I			○	
	騒音による危険	①聴力障害	・ キャブ内騒音大	オペ	S 1	K 2	2	I	・ キャブ内騒音はエアコンブローONで85dB以下。（規定値以下）	S 1	K 1	1	I			○	
	人間工学原則無視から起こる危険	①不自然な姿勢	・ 身長不適切による頭部空間過少	オペ	S 2	K 2	7	Ⅱ	・ キャブ内のオペレータスペースは十分な広さを持っている。 ・ 運転席の調整を取説に記載	S 2	K 1	4	Ⅱ		○	○	S-5
	動力源の故障		・ 傾斜路走行時ENG停止による車体暴走	オペ	S 4	K 2	13	Ⅲ	・ ネガブレーキ装着によりENG停止時自動的にパーキングブレーキがかかる。	S 1	K 1	1	I			○	
	制御システムによるもの	①手動操作器の不適切な配置	・ 操作SW誤操作による意図せぬ動き	オペ 周囲 作業員	S 2	K 2	7	Ⅱ	・ 操作SWの配置、機能は取説に記載	S 2	K 2	7	Ⅱ		○		1-52
保守・修理中	機械的危険	①押し潰し	・ 本体上げ（ジャッキアップ）修理時、本体落下により作業員押し潰し	サービス員	S 4	K 2	13	Ⅲ	・ 機械が不安定な状態での点検や修理は危険であり、機体やアタッチメントを持ち上げる場合には支柱やブロック等で支持を確実にすることを取説に記載。	S 4	K 1	9	Ⅱ		○		S-22
	止具のエラー		・ 整備時開放したカバーの急激な開閉による挟まれ、切断	サービス員	S 3	K 2	11	Ⅱ	・ エンジンカバー、バッテリーカバー等には開放時の固定支持部付き。 ・ カバー開閉時の注意を取説に記載	S 3	K 1	6	Ⅱ		○	○	7-7
	オペレータに対する指示		・ 工具不備による整備不良	オペ サービス員	S 1	K 3	3	I	・ 保守、点検用工具箱の設置。	S 1	K 2	2	I			○	

大幅強化したキャブ

耐荷重2.5 倍



キャブの強度、剛性が大幅にアップした転倒時運転者保護構造を採用し、転倒に対する安全性を向上。

図 1 運転室の強化

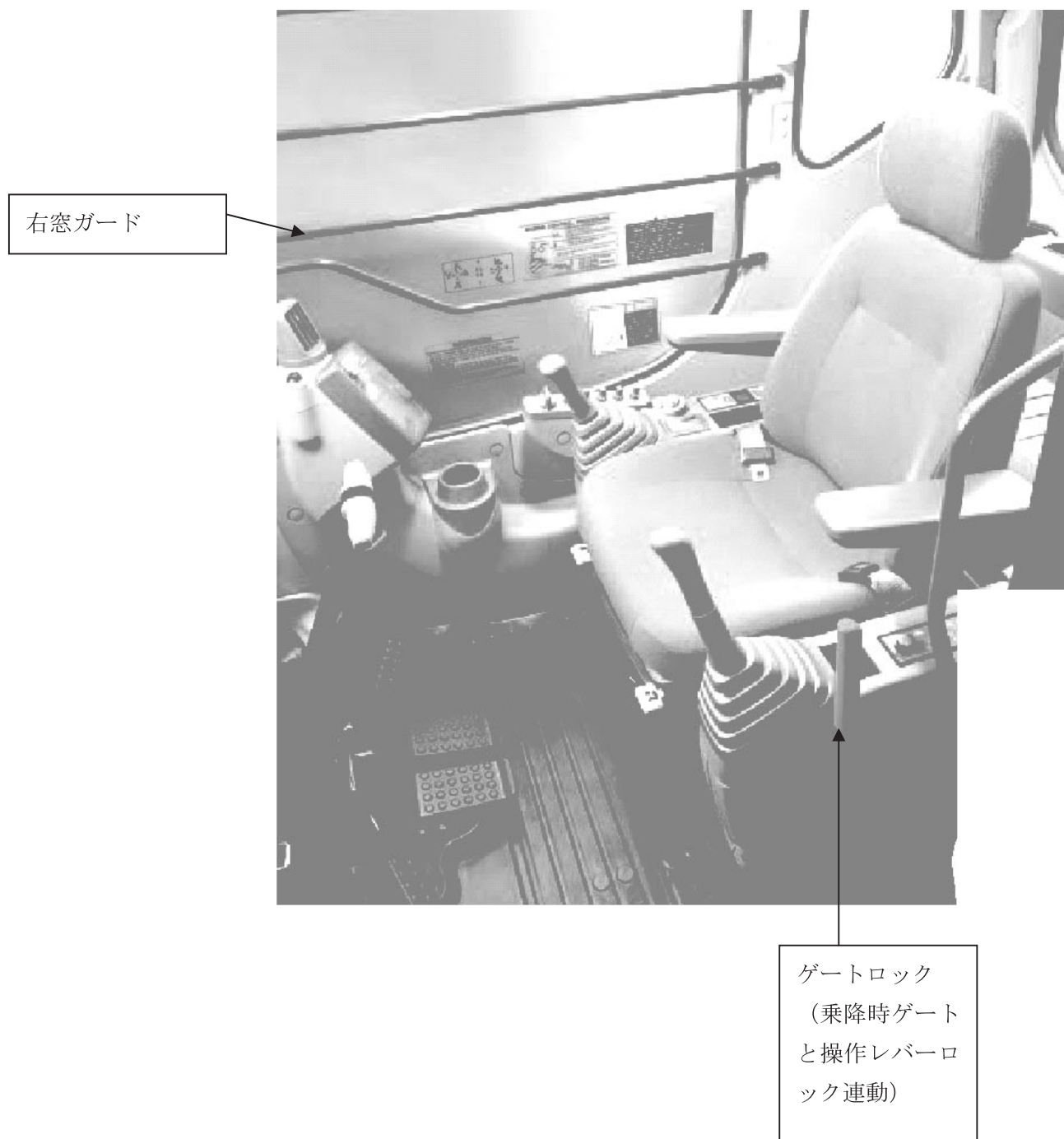


図2 運転室内のガラスのガード



図 3 オペレータ支援モニターカメラ

ロックレバーに ニュートラルエンジンスタート機構を採用



ロックレバーが完全にロックしていないとエンジンが始動できないニュートラルエンジンスタート機構を採用。レバーに触れていることに気づかずエンジンを始動して、急に機械が動いてしまうことを防ぎます。

図 4 レバーロック装置