

## 大型重機土工における安全対策

岡本直樹・村上 誠・金津 守

1958年の利根川築堤工事に始まったと言われる機械土工は年を追うごとに大型化してきた。初期の段階では施工現場、使用重機ともに必ずしも安全対策に対する認識が十分であったとは言えず、不幸にして人身事故の犠牲になられた方々が少なくなかった。

年を追うごとに機械の大型化、機能の多様化、施工の複雑化、稼働条件の悪化が進んできたが、安全に対する施工側・機械メーカー側両方の改善努力が続けられている。本報文では大型機械土工における安全対策を工程毎に整理して紹介する。

キーワード：機械土工，安全対策，工程毎の危険性，安全教育，安全装置

### 1. はじめに

我が国の機械土工の幕開けは1951年の利根川築堤工事といわれている。1947年のキャサリン台風、1950年のジェーン台風等の大規模な災害に対応すべく1950年には国土総合開発法制定、建設省建設機械課が発足、建設機械化協会も設立された。翌年には電源開発促進法も制定され、電力用ダムの建設が活発になると共に、洪水調節と農業利水用のダム建設等、数多くのダム建設が行われるようになった。

大規模なものとしては、佐久間ダム、御母衣ダム、奥只見ダム等があり、特に1953年から施工された佐久間ダム工事は米国アトキンソン社の指導の下、15トンダンプ20台と大型ブルドーザ20台が稼働する本格的な大型重機土工となった。

その後、建設機械の大型化は進み、ダンプトラックでは32トン・45トンが主流となり、それに伴い一連の機械（掘削機械、積込機械、撒出機械、転圧機械）も大型化されていった。1982年、1983年にスタートした山形県の寒河江ダム、群馬県の奈良俣ダムでは77トンダンプトラックが使われ、積込み機には10m<sup>2</sup>のバックホーと9m<sup>2</sup>のタイヤショベルが導入され、我が国最大級の大型ロックフィルダムの早期完成に貢献した。

また、1989年よりスタートした関西国際空港向け土砂採取現場では約1億8千万m<sup>3</sup>の急速施工を実現するため、19m<sup>3</sup>の電気ショベル2台と136tダンプ

9台が導入された。

初期の機械土工においては工事期間中の人身事故発生率も高かったが、工事規模、使用機械の大型化、多様化が進むに従ってそこで働く方々の安全確保を目的とした様々な予防策が施工側、使用重機の両面で実施されるようになった。

本報文では工程ごとに予想される危険性とその対策を整理して紹介する。

表-1に我が国の機械土工のエポックを示す。

表-1 機械土工のエポック

西 暦	施工現場	工事の特徴
1951	利根川築堤	機械化土工開始
1953~1956	佐久間ダム	アトキンソン社による機械化施工の指導、15t DT 導入
1957~1960	御母衣ダム	初の大規模ロックフィルダム、4.5 m <sup>3</sup> ケーブル掘削機導入
1958~1965	名神高速道路	高速道路土工の始まり
	神戸市西部埋立	ベルコン・バージェインシステムによる大量土砂搬出
	長崎大村空港	大量岩掘削盛土
1971~1975	浅間山土砂搬出	大型MS等
1974~1980	秋田空港	大量急速盛土、ゾーン型盛土
1978~1980	島地川ダム	コンクリートダムの機械化施工：初のRCD
1972~1990	寒河江ダム	77tダンプ初導入、トータル管理システム
1989~1992	関西国際空港	大量急速埋立、136tダンプ初導入
1996~1999	常陸那珂港	2,500万m <sup>3</sup> /3年をBWE×4
1994~	普賢岳水無川砂防工事	無人化施工
1998~	第二東名	ダム用大型重機の導入、ゾーン盛立て、厚層締固め
	中部・神戸、関西空港2期、京極・小丸川ダム	情報化施工を導入

## 2. 作業サイクルと組合せ機械

機械土工の作業は図-1のような作業サイクルから成っている。また、使用する機械から工法をスクレーパ工法とショベル&ダンプトラック工法に大別でき、図-2のような組合せ機械による編成となる。

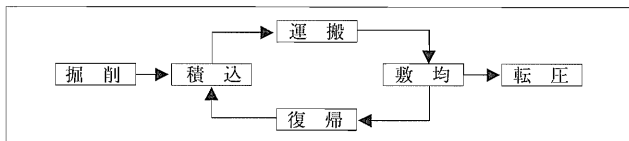


図-1 土工の作業サイクル

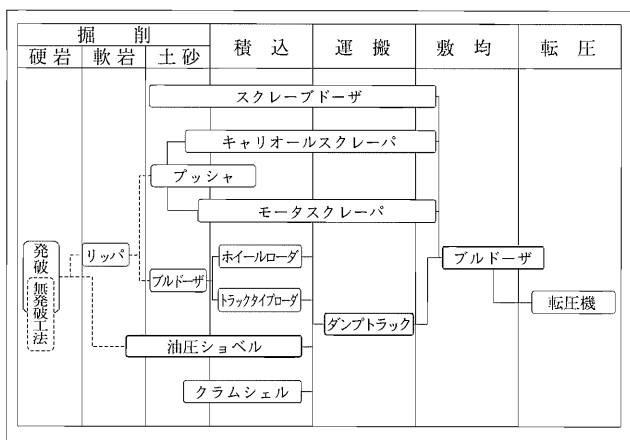


図-2 組合せ機械

スクレーパは、自己完結的な機械で掘削、積込み、運搬、敷均しを1台で行え、敷均しブルドーザは端掻き程度でよい。キャリオールスクレーパとモータスクレーパはブッシュドーザを積込み補助に付ける。

一方、ショベル&ダンプトラック工法は、積込み機としてローダや油圧ショベルが使われ、開削等ではクラムシェルが用いられる。ドラグラインは近年ほとんど使われていない。

運搬のダンプトラックは汎用のリジット型と軟弱地や急勾配登坂用のアーティキュレート型があり、海外では長距離運搬にトレーラダンプトラックが用いられている。近年、造成地の立地条件等からスクレーパ工法の適用が急激に減少し、反対にアーティキュレートダンプトラックの増加が著しい。

## 3. 作業別の危険性と安全対策

建設業における労働災害は長期的に減少しているが、重大災害は依然として全産業の1/3を占めていて、なかでも建設機械による比率は高い。

土工機械の運転者は、車両系建設機械の技能講習や特別教育の修了資格を持ち、土工機械の基本的な安全知識を有しているが事故は絶えない。重機土工における災害は機械の転落による運転者の被災、機械の後進・旋回時等における周辺作業者の接触、轢車、挟撃によるものが大半であるが、重機土工の災害例から作業別の危険性と安全対策を洗い出してみる。

### (1) 掘削作業

掘削作業時の災害には、落石、切羽崩壊による事故や重機の転落・横転が多い。そこで施工時の安全対策として、地山掘削作業主任者を専任・配置し、掘削勾配や浮石等を点検し、地山崩壊や落石の予防措置が取られる。場合によっては監視人の配置や落石防護柵を設置する。

ブルドーザの押土時の転落防止策としては、一山残しの原則を遵守する。予防が困難な危険箇所では、ラジコンによる無人化施工も検討する。機械側の装備としては、視界性の向上が図られた大型キャブ、坂道での逆ステアリング現象が発生しない機構、前後進が迅速に切替えられるフィンガーコントロールタイプの走行レバー等が採用されるようになった。

またオペレータ安全確保のために転倒保護ガードのROPS (図-3) や落下物保護ガードとしてFOPSがある。



図-3 ROPSと大型ハンドレール

### (2) 積込み作業

積込み場は落石の危険があるので人の立入りを制限し、浮石等は機械で処理する。機械に乗務しているオペレータは比較的安全であるが、機動性の低い大型ローディングショベル等は切羽崩壊時に土岩を被ることがある。機械の防御策としてフィンガーコントロールタイプ走行レバー (図-4)、FOPS (図-5) があるが、施工対策として適切なベンチ設計 (切羽高、勾配、バツ



図-4 フィンガーコントロールレバー

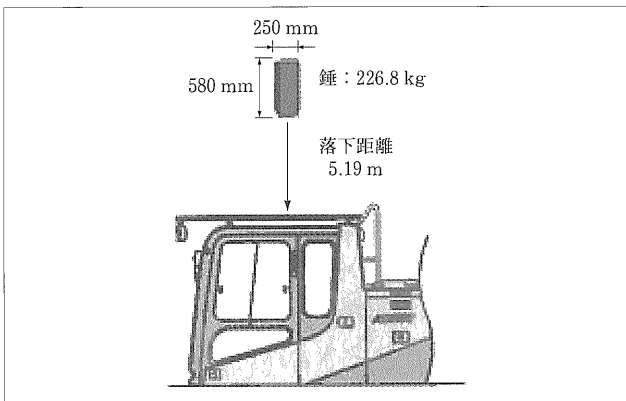


図-5 FOPS

クブレーク対策等)による発破と発破後の切羽点検、浮石処理等が大切である。

### (3) 運搬作業

多数の運搬機械が速度を出しての走行となり危険頻度が高まるので、適切な運行管理が求められる。

ダンプトラック等の工事用道路設計は、使用する運搬機種種のブレーキ性能、牽引力、車幅、最小旋回半径等を考慮して、機械性能に適した縦断勾配、幅員、曲率、片勾配、視距、制限速度、車種分離等を採用することが重要である。また、道路構造として谷側の路肩には土堰堤を築き、必要に応じて暴走止めを設置しておくことが有効である。

山岳地の重ダンプトラック使用ではブレーキトラブル対策が重要であったが、最近の重ダンプは湿式多板ブレーキ(図-6)の採用により性能が格段に向上し、オートリターダ(降坂時の自動ブレーキ装置)を装備した機種もある。

しかし、ブレーキの弱い機種もまだあるので、ドライバーへのブレーキ教育は必須である。即ち、ブレーキの構造と原理、機種によるブレーキの性能、構造の違い、降坂時のオイル冷却を考慮した適正速度、シフト、

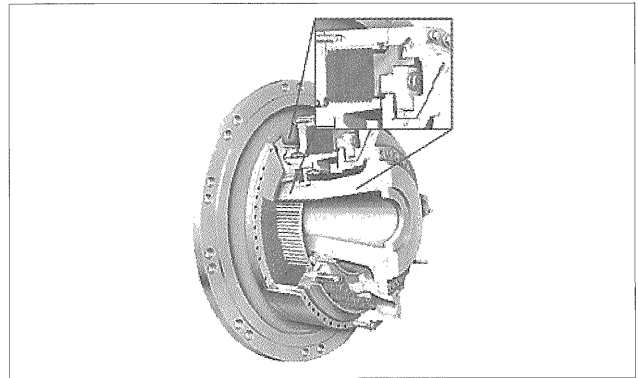


図-6 湿式多板ブレーキ

リターダの使い方等を教育する。また、作業前のブレーキテストも重要である。

また、高速・長時間運転を行うとタイヤがヒートセパレーションを起こしタイヤの寿命を縮めるだけでなく、バーストの危険がある。大型ORタイヤのバーストはリングが吹き飛ぶことがあり周辺に対しても危険である。長距離運搬ではTKPH(Ton Kilometer Per Hour)を計算し、適正な積載量と走行速度設定やタイヤのTKPH許容値を調べ、使用条件に合ったタイヤ、空気圧を使用することが必要である。

大型機械は直近部分に死角が多いので、重機走路は一般車との分離走行が望ましいが、一般車を乗入れる場合は、目印の旗を高く立てての走行や発進時の警笛による合図が大切である。

方向転換箇所や盛場等での後退箇所には、立入り禁止措置をとる。また、方向転換時の路肩等からの転落事故が多いので路肩接近禁止措置や路肩堰堤等の対策を行う。また、ホッパ投入でも転落の危険があるのでタイヤ止めの大型化、停止位置、後退速度等に留意する。

走行中は積荷からの落石の恐れがあるので、適正な荷姿とし、急ハンドルや急発進、急制動を避ける。そして、盛場ではダンプアップ時に誘導員等がダンプトラック脇に近づかないことが大切である。また、盛場

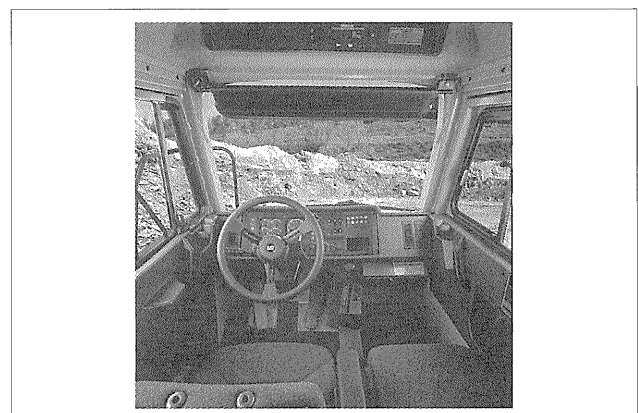


図-7 大型キャブ・ウインドウ

では誘導員の事故が多いので、無闇な配置は避け、適切な配置、安全措置、安全教育の徹底を図る。

機械側の対策としては前述のブレーキ性能の向上とともに、ブレーキ配管の独立化による信頼性の向上、走行中にステアリング回路が故障した場合でも機能を保持させるための自動緊急ステアリング装置等がある。また少しでも視界性を改善するために、大型キャブ・ウインドウ (図-7)、大型バックミラー、後方サイドランプ、後方モニタリングカメラ (オプション) 等が装着されている。

#### (4) 敷均し作業

敷均し作業では、敷均しブルドーザの法肩からの横転、後進時の誘導員等の轢車対策が重要である。

#### (5) 転圧作業

ローラ等の転圧機は路肩からの転落事故が多いので、路肩接近時の注意喚起と高速運転の禁止措置等を行う。機械側では、エンジン停止や油圧ポンプ故障等の緊急時に自動的に作動するネガティブブレーキの採用、始動時等の飛出し防止の前後進レバーのインターロック、ブレーキペダルとの連動等がある。また、土工用振動ローラについても平成15年度からROPSが標準装備化された。

周辺誘導員等の接触、巻き込みに対しては立入り禁止措置等の安全対策や安全教育の他、場合によっては接近警報チョッキの着用がある。

#### (6) その他の作業

その他の事故として、重機移動中の横転・転落も多く、駐停車中の暴走もある。最近の機械は駐車ブレーキやエンジン停止時のロック機構が良くなっているが、駐車時のエンジン停止、作業装置の接地やタイヤ止めの励行が重要である。

#### (7) 修理整備中

修理整備中の事故も意外と多く、二人以上で作業する場合は作業指揮者を定め、作業手順を遵守する。作業装置の降下止め措置を確実にを行う。無断発進で轢車を起こさないよう運転席に整備中運転禁止の掲示を行う等の安全対策が重要である。また安全に機械の乗降、点検、修理ができるように、機械側でも、自動点滅式ステップライト、大型ステップ、大型キャットウォーク、大型ハンドレール等が装着されている。回転部分や高温部分にはカバーを装着し、整備時の安全性も図られている (図-8、図-9、図-10)。



図-8 大型ステップ、大型ハンドレール

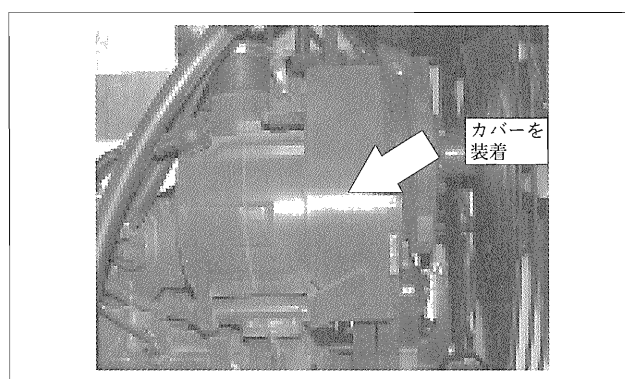


図-9 オルタネータベルトカバーの装着

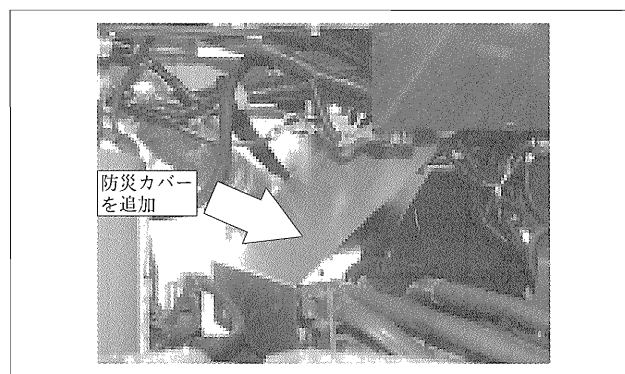


図-10 油圧ホース破損時にオイルがエンジンルームへ飛散しないためのカバー

一方、オペレータによる点検・整備時間そのものの削減を図るために、オイル、エレメントの交換インターバルの延長が図られ、自動給脂装置、リモート集中給脂装置が装着され、さらには稼働中の故障内容を即時に自動的にメーカーサイドに電送する監視システムの普及も進んできた。

#### (8) 全般的な安全対策

上記の作業別の安全対策の他に、工事全般的からの

表-2 重機土工の危険性対策

作業の種類	予想される危険性	施工上の対策、留意点など	安全対策		
			ブルドーザ	ホイールローダ	ダンプトラック
工事全般	ヒューマンエラー 予想外の突如トラブル	標準作業手順書の作成と周知 入所時教育、安全朝礼、始業点検、 KY活動、指差呼称、5S運動、ヒヤリハット積出 安全ハトロー、安全打合せ 定期自主検査、職員会 安全教育 誘導員配置、安全標識 踏切工事環境の構築、標識設置 搭乗制限(安衛則162条) エンジン停止、作業装置下ろし、歯止め 作業手順の遵守 安全手帳 降下止め措置(安全支柱、安全フック等) エンジン停止、歯止め、作業装置を降ろす、 斜面駐車禁止 運転中に整備中運転禁止の掲示、 発進時の警備合図	①火災防止装置オイル飛散防止壁の採用 ②キャブ外にエンジン停止緊急スイッチを装着 ③緊急脱出用のハンマ、ラガー、消火器を装備	①管理システムでのメンテ時間短縮と効率向上 ②ホテリ(周囲)に大型ハンドレール装着 ③ホテリ(周囲)に大型キャットウォーク装着 ④夜間乗降時のライトはシフトアップ装着 ⑤エンジン給脂、リフト給脂システムの装着 ⑥整備中運転禁止カーットの装備	①火災防止用防炎カバーの装着 ②消火器の装着
移動中	取水車着込 斜面で傾転 踏肩傾転 踏肩機転 踏肩機転(指定席外乗務) 停止時暴走	誘導員配置、安全標識 踏切工事環境の構築、標識設置 搭乗制限(安衛則162条) エンジン停止、作業装置下ろし、歯止め 作業手順の遵守 安全手帳 降下止め措置(安全支柱、安全フック等) エンジン停止、歯止め、作業装置を降ろす、 斜面駐車禁止 運転中に整備中運転禁止の掲示、 発進時の警備合図	①火災防止装置オイル飛散防止壁の採用 ②キャブ外にエンジン停止緊急スイッチを装着 ③緊急脱出用のハンマ、ラガー、消火器を装備	①管理システムでのメンテ時間短縮と効率向上 ②ホテリ(周囲)に大型ハンドレール装着 ③ホテリ(周囲)に大型キャットウォーク装着 ④夜間乗降時のライトはシフトアップ装着 ⑤エンジン給脂、リフト給脂システムの装着 ⑥整備中運転禁止カーットの装備	①火災防止用防炎カバーの装着 ②消火器の装着
修理・整備中 機械の乗降	牽引作業 停止時暴走 踏切工事環境の構築、標識設置 搭乗制限(安衛則162条) エンジン停止、作業装置下ろし、歯止め 作業手順の遵守 安全手帳 降下止め措置(安全支柱、安全フック等) エンジン停止、歯止め、作業装置を降ろす、 斜面駐車禁止 運転中に整備中運転禁止の掲示、 発進時の警備合図	①管理システムでのメンテ時間短縮と効率向上 ②ホテリ(周囲)に大型ハンドレール装着 ③ホテリ(周囲)に大型キャットウォーク装着 ④夜間乗降時のライトはシフトアップ装着 ⑤エンジン給脂、リフト給脂システムの装着 ⑥整備中運転禁止カーットの装備	①火災防止装置オイル飛散防止壁の採用 ②キャブ外にエンジン停止緊急スイッチを装着 ③緊急脱出用のハンマ、ラガー、消火器を装備	①管理システムでのメンテ時間短縮と効率向上 ②ホテリ(周囲)に大型ハンドレール装着 ③ホテリ(周囲)に大型キャットウォーク装着 ④夜間乗降時のライトはシフトアップ装着 ⑤エンジン給脂、リフト給脂システムの装着 ⑥整備中運転禁止カーットの装備	①火災防止用防炎カバーの装着 ②消火器の装着
試走中	転落機死(指定席外乗務)	搭乗制限(安衛則162条)	①火災防止装置オイル飛散防止壁の採用 ②キャブ外にエンジン停止緊急スイッチを装着 ③緊急脱出用のハンマ、ラガー、消火器を装備	①管理システムでのメンテ時間短縮と効率向上 ②ホテリ(周囲)に大型ハンドレール装着 ③ホテリ(周囲)に大型キャットウォーク装着 ④夜間乗降時のライトはシフトアップ装着 ⑤エンジン給脂、リフト給脂システムの装着 ⑥整備中運転禁止カーットの装備	①火災防止用防炎カバーの装着 ②消火器の装着
掘削	押土中転落、傾転 地面崩落 土留崩壊 落石 浮石処理 切羽崩落で被る(フロントヨバ)	押土一山渡し、誘導員の配置 地山掘削作業主任者の配置と地山点検、 切土勾配、安息角 土止め支保工作業主任者の配置と点検 警戒、落石防護網、点検、除去 適切な切羽高、浮石処理 バックレール対策 適正な走路設計(制限速度、幅員、曲率、 片勾配、縦断勾配、視距、車種分離)、 適正な台数配置車(待ち行列ミレージ)、 車面の優先順位、誘導員配置 土留堤、片勾配 適正な速度、シフト段、リガードの使用、 事前ブレーキテスト励行、暴走止めの設置 走路設計とブレーキ性能の見極め TKPH計算・対策(タイヤのTKPH許容値、 走行速度等) 適正な積荷状態、急カーブ・急制動の禁止、 タンク脇に近づかない 搭乗制限(安衛則162条) 通行区分、旗を立てる、発進時の警備合図 後方監視カメラ搭載、立入禁止措置 踏肩接近禁止、法面対策、 停止の大型化、停止位置、後退速度 タンク脇に近づかない 死者教育、安全通路、重機に背を向けない トヨタマーク着用 死者教育、安全通路、重機に背を向けない 発進時の合図、誘導員配置、台数制限 死者教育、死亡内立入禁止、トヨタマーク着用 高速段の使用禁止とハット着用 接近警報器(175ボソン式)、立入禁止措置	①火災防止装置オイル飛散防止壁の採用 ②キャブ外にエンジン停止緊急スイッチを装着 ③緊急脱出用のハンマ、ラガー、消火器を装備	①管理システムでのメンテ時間短縮と効率向上 ②ホテリ(周囲)に大型ハンドレール装着 ③ホテリ(周囲)に大型キャットウォーク装着 ④夜間乗降時のライトはシフトアップ装着 ⑤エンジン給脂、リフト給脂システムの装着 ⑥整備中運転禁止カーットの装備	①火災防止用防炎カバーの装着 ②消火器の装着
積込	接軸、衝突 踏肩傾転 踏肩機転 踏肩機転(指定席外乗務)	搭乗制限(安衛則162条)	①火災防止装置オイル飛散防止壁の採用 ②キャブ外にエンジン停止緊急スイッチを装着 ③緊急脱出用のハンマ、ラガー、消火器を装備	①管理システムでのメンテ時間短縮と効率向上 ②ホテリ(周囲)に大型ハンドレール装着 ③ホテリ(周囲)に大型キャットウォーク装着 ④夜間乗降時のライトはシフトアップ装着 ⑤エンジン給脂、リフト給脂システムの装着 ⑥整備中運転禁止カーットの装備	①火災防止用防炎カバーの装着 ②消火器の装着
運搬 ダンプ走行	下り勾配配重オーバーヒート ブレーキ575リによる暴走 タイヤ・バラスト(ヒートバレーション) 落石 同乗転落 小型車両踏踏し	搭乗制限(安衛則162条)	①火災防止装置オイル飛散防止壁の採用 ②キャブ外にエンジン停止緊急スイッチを装着 ③緊急脱出用のハンマ、ラガー、消火器を装備	①管理システムでのメンテ時間短縮と効率向上 ②ホテリ(周囲)に大型ハンドレール装着 ③ホテリ(周囲)に大型キャットウォーク装着 ④夜間乗降時のライトはシフトアップ装着 ⑤エンジン給脂、リフト給脂システムの装着 ⑥整備中運転禁止カーットの装備	①火災防止用防炎カバーの装着 ②消火器の装着
盛場 盛場後退時等 方向転換時 ホツバ	踏肩傾転 踏肩機転 踏肩機転(指定席外乗務)	搭乗制限(安衛則162条)	①火災防止装置オイル飛散防止壁の採用 ②キャブ外にエンジン停止緊急スイッチを装着 ③緊急脱出用のハンマ、ラガー、消火器を装備	①管理システムでのメンテ時間短縮と効率向上 ②ホテリ(周囲)に大型ハンドレール装着 ③ホテリ(周囲)に大型キャットウォーク装着 ④夜間乗降時のライトはシフトアップ装着 ⑤エンジン給脂、リフト給脂システムの装着 ⑥整備中運転禁止カーットの装備	①火災防止用防炎カバーの装着 ②消火器の装着
荷下ろし時	踏肩傾転 踏肩機転 踏肩機転(指定席外乗務)	搭乗制限(安衛則162条)	①火災防止装置オイル飛散防止壁の採用 ②キャブ外にエンジン停止緊急スイッチを装着 ③緊急脱出用のハンマ、ラガー、消火器を装備	①管理システムでのメンテ時間短縮と効率向上 ②ホテリ(周囲)に大型ハンドレール装着 ③ホテリ(周囲)に大型キャットウォーク装着 ④夜間乗降時のライトはシフトアップ装着 ⑤エンジン給脂、リフト給脂システムの装着 ⑥整備中運転禁止カーットの装備	①火災防止用防炎カバーの装着 ②消火器の装着
モーターロー 一般道	踏肩傾転 踏肩機転 踏肩機転(指定席外乗務)	搭乗制限(安衛則162条)	①火災防止装置オイル飛散防止壁の採用 ②キャブ外にエンジン停止緊急スイッチを装着 ③緊急脱出用のハンマ、ラガー、消火器を装備	①管理システムでのメンテ時間短縮と効率向上 ②ホテリ(周囲)に大型ハンドレール装着 ③ホテリ(周囲)に大型キャットウォーク装着 ④夜間乗降時のライトはシフトアップ装着 ⑤エンジン給脂、リフト給脂システムの装着 ⑥整備中運転禁止カーットの装備	①火災防止用防炎カバーの装着 ②消火器の装着
敷均	踏肩傾転 踏肩機転 踏肩機転(指定席外乗務)	搭乗制限(安衛則162条)	①火災防止装置オイル飛散防止壁の採用 ②キャブ外にエンジン停止緊急スイッチを装着 ③緊急脱出用のハンマ、ラガー、消火器を装備	①管理システムでのメンテ時間短縮と効率向上 ②ホテリ(周囲)に大型ハンドレール装着 ③ホテリ(周囲)に大型キャットウォーク装着 ④夜間乗降時のライトはシフトアップ装着 ⑤エンジン給脂、リフト給脂システムの装着 ⑥整備中運転禁止カーットの装備	①火災防止用防炎カバーの装着 ②消火器の装着
転圧	踏肩傾転 踏肩機転 踏肩機転(指定席外乗務)	搭乗制限(安衛則162条)	①火災防止装置オイル飛散防止壁の採用 ②キャブ外にエンジン停止緊急スイッチを装着 ③緊急脱出用のハンマ、ラガー、消火器を装備	①管理システムでのメンテ時間短縮と効率向上 ②ホテリ(周囲)に大型ハンドレール装着 ③ホテリ(周囲)に大型キャットウォーク装着 ④夜間乗降時のライトはシフトアップ装着 ⑤エンジン給脂、リフト給脂システムの装着 ⑥整備中運転禁止カーットの装備	①火災防止用防炎カバーの装着 ②消火器の装着

安全管理活動として、標準作業手順書の作成と周知、入所時教育、健康診断、安全朝礼、始業点検、KY（危険予知）活動、指差呼称、5S（整理、整頓、清潔、清掃、躰）運動、ヒヤリハット摘出、安全パトロール、安全打合せ、職長会、定期自主検査等を実施している。

以上、作業別に「予想される危険性とそれの安全対策」を記述したが、前ページに表-2として項目を整理した。

#### 4. おわりに

近年、建設機械の排出ガス規制や低騒音化等に見られるように地球環境や人間尊重の考え方が重視され、安全対策もより重要となり、安全装備、規格等の国際標準化（ISO規格）が進められている。また、一般的な安全A・B規格に加え、土工機械個々の安全C規格の制定が進行している。

こうしたなかで、建設機械の安全対策は格段に向上し、自動化、省力化でもメカトロニクス等の高度な技術を取入れている（図-11）。

しかし、新たな機械の取扱い等に関する知識不足からの災害例もあるようで、運転経験10年以上のベテランによる事故も少なくない。新機種・新技術の構造、整備方法等の知識習得や操作熟練等の教育を進め、より一層の安全管理活動の徹底に取組む必要がある。また近年、安全管理へのリスクアセスメントの有効性が報告され、その取組みと普及も新たな課題である。

今回、ユーザとメーカーが一緒になって機械土工の危険性と安全対策を考えてみた。今後も一層連携して、施工側と機械メーカー側の両面から安全対策を図り、事故撲滅に近づけたいと願っている。 J C M A



図-11 究極の安全作業：無人化施工

[筆者紹介]



岡本 直樹（おかもと なおき）  
山崎建設株式会社  
土木本部  
技術部  
課長



村上 誠（むらかみ まこと）  
新キャタピラー三菱株式会社  
直販部  
次長



金津 守（かなつ まもる）  
株式会社小松製作所  
開発本部  
業務部  
主査