

せること（時間をかける働き方から時間効率の高い働き方）が本来の目的である。当然の事ではあるが、生産性ばかりを追い求めて安全管理を軽視し労働災害などを起こすと、著しく生産性が低下する。当現場の施工管理は、ほぼ一人であり施工現場に常駐し安全管理も含め施工状況などの監視を行う必要があるが、これだと他の書類的な実務は、現場作業終了後に行う事になり残業時間の増加にも繋ってしまう。このような状況が続くと週休2日の水準で工事を行うのが苦しくなり、働き方改革の取組に逆行することになる。

社内支援を求めても、稼働している現場は他にも在るため増員は期待できない。そこで時間効率の高い働き方を行うにはどうすれば良いのかを、現場で考え実践するのも課題である。

3. 工夫・改善点と適用結果

I-Conで施工を行うにあたり一般的なICT建機等での施工合理化・省力化や電子黒板等を利用した施工管理支援システム等については説明を省略するが、働き方改革を実践するうえで、このようなツールは外せない旨は申し添えておく。

3.1 ICT/IoT安全対策と合理化・省力化

3.1.1 ICT建機を利用した作業分離措置

まずICT建機（MG・MCバックホウ）に標準搭載されている禁止区域設定（メーカーにより名称の違い有り）を利用する、禁止区域に入ると重機内部の操作モニターが点滅し警告音が鳴るため視覚・聴覚で禁止区域を把握する事が可能となる。盛土工事などの作業分離は、施工状況に合わせた分離措置が必要となるが、当該機能を用いることでセフティコーンやA形バリケードの頻繁な移動設置等の作業を軽減することができる。（図-3）

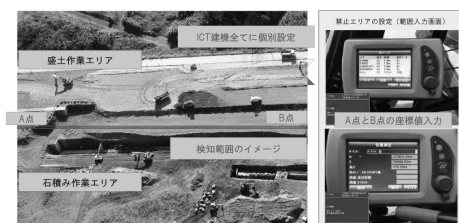


図-3 ICT建機を利用した作業分離措置

3.1.2 ヒューマンエラーに起因する災害防止

重機による「挟まれ」や「ひかれ」は建設現場において発生した場合、重大災害となる確率が高い、そのため重機作業半径内への立入禁止措置とし作業エリアの明示やA型バリケードの設置、前述したICT作業禁止エリア機能を使用するなどの対策を行っているが、それでも危険軽視や近道省略行動本能から作業エリアへの進入は考えられることである。本質的安全対策が難しい環境下であったため、二次対策として「自動停止ユニット」を組み込んだ作業者接近システム（図-4）（施工中は新技術申請中であったが、現在はNETIS:KT-190118-Aで登録済）及び、緊急ブレーキ搭載タイヤローラー（図-5）（NETIS:HK-180024-A）を活用し、接触災害のさらなる抑制に取り組んだ。

これらのシステムは設定した範囲内（ローラーに関しては既定の範囲内）に人や障害物を検知した場合に重機が自動停止し、設定範囲外になると再び操作可能となるものである。詳細については、新技術情報システム（NETIS）で検索されたい。



図-4 作業者接近システム+自動停止ユニット



図-5 緊急ブレーキ搭載タイヤローラー

3.1.3 盛土施工端部の締固め

盛土部の端部や路肩はタイヤローラーで作業を行うと、滑落や転落のリスクを伴う。

安全距離を確保し転圧作業を行う方法もあるがその場合、通常のICT管理ではタイヤローラーが端部に寄れないため転圧管理システムによる転圧回数の可視化ができず品質面でグレーゾーンとなる。また、盛土を縦横断方向へ余盛し安全に転圧作業を行い、その後、法面を削り取り整形する方法もあるが施工効率は低下する。

当現場での施工端部の締固めは、転圧バケット+ICT(図-6)で行っている。第22回の技術論文で発表しているため詳細は割愛するが、これは法面や端部の締固めを振動時間で管理するシステムであり、施工端部など転圧ローラーが使用できない部分を安全な位置から転圧し、端部の締固めを適切に行うと共に重機の転落災害防止に繋げている。ICT機能を付加しているため振動時間による締固めの可視化が可能であり、安全・品質・施工性が効率化されるので、それぞれの管理を個別に行う必要もないので省力化の効果は高い。



図-6 施工端部・法面の締固め (ICT)

3.2 搬出土砂積込みの合理化

本工事は掘削土砂を場外へ搬出する作業も存在する。DID区間等であれば運行管理系のIoTツールも活用するところだが、今回は活用効果も低いいため利用しない。しかし、作業効率化や作業環境の改善は図る必要があるため、運搬土砂の積込み時に発生する作業ロスにフォーカスし「自動荷重測定装置、積載重量管理システム」を搭載したバックホウを使用している。(図-7)

土砂等を場外へ搬出する場合、まず過積載防止

対策が挙げられるが、ダンプトラックの荷台に積込み高さを明示し目視による管理を行う場合や、トラックスケールを用い重量管理を行うのが一般的である。これらの対策は過積載防止に有効である事に違いないが、土砂の含水状態や比重の変化、石礫類の混入等による重量変化に対応する必要があるため、安全側(ダンプトラックの最大積載量の90%付近)に目印を付け積込み作業を行う事が多い。また過積載を気にしすぎて「過少積載」になる傾向がある。一概には言えないが、施工数量の1割程度はロスが発生するので、その分、ダンプトラック運搬の走行回数が増加する。

それらの作業ロスを抑制し積込み作業の生産性を向上させるため、積載重量管理システムを利用している。最大積載量付近まで積込みを行うことで作業効率が向上し、ダンプトラックの走行回数も減少するため、工程の短縮のみでなく周辺環境改善(地域住民の方に対するストレス低減)にも貢献している。



図-7 積載重量管理システム (LOADEX)

3.3 その他のIoTツール

ICT/IoT等を活用し安全対策を実施したからといってそれが必ず励行されるとは限らない。定点カメラなどの設置型では確認が出来ないような場所でも、職長や現場管理者にウェアラブルカメラ(図-8)を装備させ現場の映像をリアルタイムやクラウドストレージされているデータを共有しながら、安全や作業状況を確認し改善活動につな

げている。

また、現場の気象情報などもリアルタイムで確認出来るよう気象システムとLED電光板を組み合わせ風速等の気象情報を見せる化している。(図-9) 気象情報が作業中止基準に達した場合はメールによる自動配信も可能である。

他にもタブレットを利用した安全巡視と記録、VRを用いた死亡災害等の疑似体験などのIoTを活用した取組も行っているが、これらは一般的になりつつあるのでここでは省略する。



図-8 ウェアラブルカメラ



図-9 気象情報等の見せる化

3.4 費用対効果と生産性の向上

本論文で記載している内容で、ICT建機以外(図-4、7~9)での費用は、取付費や初期費用を除いた部分で、1ヶ月当たりの合計費用は35万弱(当現場の場合)である。監視員(平均1.5人)を常時配置した場合の費用と比較した場合は大差無いため、導入は行いやすいと考えられる。

省力化以外の理由で「人に頼る安全から機械(システム)に任せる安全」にシフトしたのは次の事からである。

現場が工期優先になると人は不安全と分かっている省略行動などを起こしやすく、特に、あと少しで作業は終わるからという理由での不安全行動や不安全状態は、監視員を配置してもそういう行動は承認(黙認)されやすい。そして人が高い集中力を維持できるのは、20分程度と言われており、2方向以上の集中は難しく咄嗟の時ほど判断ミスを起こしやすいとされること。

対し、機械(システム)は、故障するが判断ミスや集中力の低下に起因するリスクは、ほぼ無く、機械がミスをする確率は、人と比較した場合、2~3桁も低く、そのミスは特定しやすいこと。

以上のことから、判断ミス(主にヒューマンエラー)に起因するリスク低減を目的とし、感情が入らないシステムに頼った方が本質的には効果的であると考え、二次的対策として採用している。

ICT/IoTを活用した機械的システムに置き換えることで現場に常駐し監視する必要性も低く、省力化される分、他の業務を行う事が可能となり生産性の向上に繋がっている。本工事で省力化(省人化)できた時間は、約400時間(平均4時間/日)に及ぶ故に本工事で行った対策の費用対効果は、かなり高いといえる。

4. おわりに

安全管理は手間も費用もかかるため、端的に見ると現場費用を圧迫しているように感じるが、ICT施工や新技術と上手く組み合わせれば安全面も含め作業効率は向上する。現場管理においても人材不足等で増員が見込めない以上、昼は現場、書類は夜というスパイラルを脱却するには、このようなICT/IoTの活用は欠かせない。

しかし、ICT等のツールを導入しただけでは効率化されない。そのツールを使用し活かすのは、システムではなく「人」であることに留意すれば、より本質的な安全対策・施工の省力化が促進し、働き方改革の本質に近づく事ができると確信している。