

アプトの道イベントフォローアップセミナー(前編) 開催状況及び質疑応答の内容

2023/3/31

土木学会 建設用ロボット委員会
維持管理小委員会

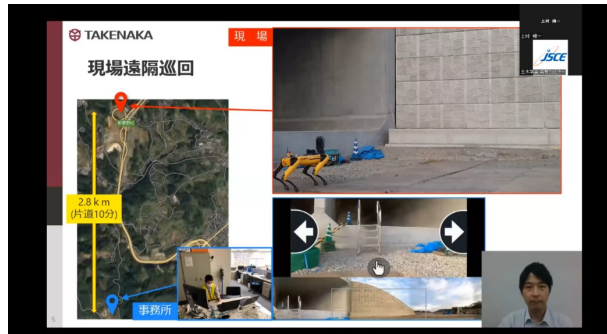
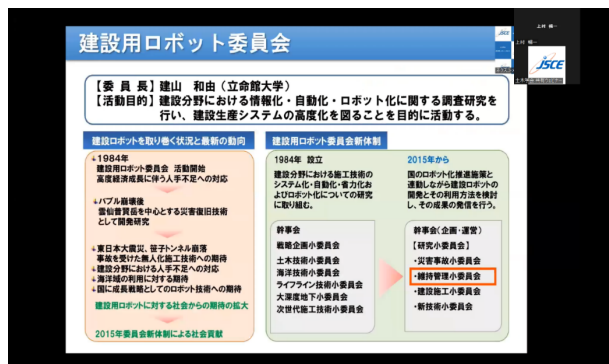
● セミナー開催状況(以下、敬称略)

・開会挨拶 (土木学会 建設用ロボット委員会 委員長 建山 和由)

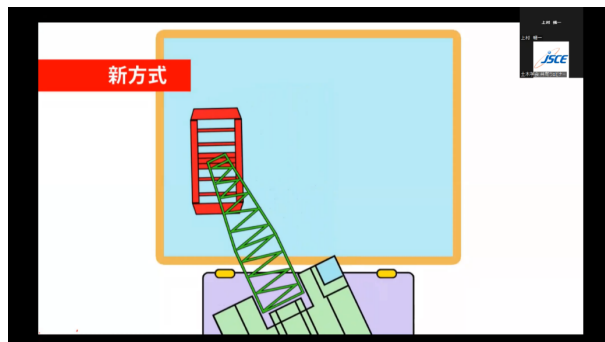


・土木学会 建設用ロボット委員会 維持管理小委員会の活動報告

(土木学会 建設用ロボット委員会 維持管理小委員会 小委員長 池田 隆成)



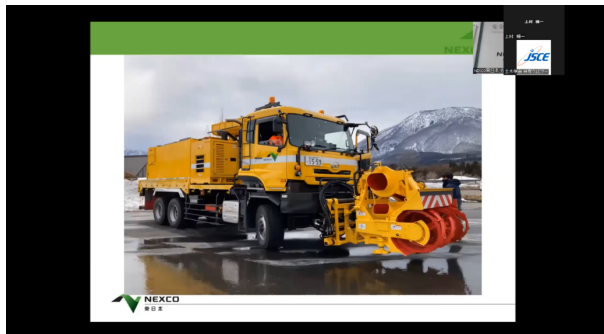
・技術② みなとの維持しゅん濇、搭乗型ロボット / 若築建設株式会社



・技術③ ロボット草刈機「ロボモア クロノス」 / 和同産業株式会社



・技術④ トラック式ロータリー除雪・融雪車 / 東日本高速道路株式会社



・安中市(アプトの道イベント開催地)提供動画



・パネリスト

株式会社竹中土木 千葉 力



若築建設株式会社 金子 貴一



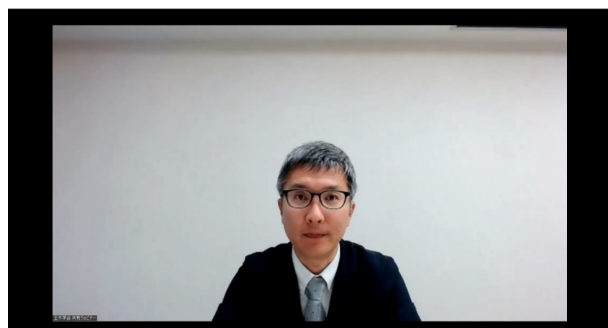
和同産業株式会社 鎌田 征丞



東日本高速道路株式会社 香田 尚彦



司会者 維持管理小委員会 委員 森本 智



・閉会挨拶（土木学会 建設用ロボット委員会 維持管理小委員会 小委員長 池田 隆成）



● 質疑応答内容

次ページ以降参照下さい。なお、セミナー当日に回答できなかった内容も掲載しています。

・技術① 四足歩行ロボット「SPOT」を用いた建設施工管理 / 株式会社竹中土木 (1/2)

No.	質問内容	回答内容
1	SPOT を現場で運用するために安全面の対策はどのように取られていますか？また、制約となる規制はありますか？（例えば、労基署から誘導員が付かなければならないと言われているなど）	現状、SPOT に限らず、自律、遠隔走行ロボットが現場で動く際には誘導員を配置し、人払いを行いながら運用しているのが現状です。ロボットを現場で運用するにあつたての明確なルール、規制はまだ整備されていないので、建設業界の統一ルールを作ることが必要だと感じています。
2	施工現場の環境に対して、SPOT の防水防塵性は十分でしょうか？ある程度の期間施工現場に導入されているならば、その辺りのご見解をお教え下さい。	SPOT は軽度の雨や埃にさらされる場合でも問題なく作業ができますので(IP54)、天候や作業環境にそれほど影響を受けない印象です。SPOT を施工現場で運用する場合には、防水防塵性能に加えて、日々の適切なメンテナンスや保守が大切だと感じています。
3	SPOT に任せる現場業務として、今後、SPOT と LiDAR の簡易測量を組合せた遠隔の出来形管理などへの発展の可能性は考えられますか？	過去に LiDAR による出来形計測を行ってみたのですが、LiDAR で出来形管理基準を満足する精度を出すのは難しかったです。SPOT の背中に別途出来形計測用の 3D スキャナを載せて計測して回ることによって実現は可能だと思います。
4	移動に関して高さ方向の制約はありますか？	踏み越えられる高さは 30cm 以下です。30cm 以上だと、障害物と認識し回避行動を取ります。潜り抜けられる最低高さは 70cm になります。
5	一回当たりの動作可能時間はどのくらいでしょうか。	バッテリーフル充電で 90 分です。
6	登坂能力はどれくらいでしょうか？また、足元の状態はどれくらいが限界でしょうか？	登坂可能斜度は 30° までです。土の斜面でも多少滑りながら登っていきます。
7	ぬかるみの歩行は可能なのでしょうか。	多少のぬかるみなら大丈夫ですが、足が沈み込んでしまうような場所の歩行は困難です。足の動きに制限を受けるとバランスを上手く取れず、挙動がおかしくなり、最悪転倒してしまいます。

・技術① 四足歩行ロボット「SPOT」を用いた建設施工管理 / 株式会社竹中土木 (2/2)

No.	質問内容	回答内容
8	<p>目標地点への移動操作はどのようにされているのでしょうか？障害物をうまくかわすということですが、細かい操作が必要なののでしょうか？</p>	<p>移動方法には2種類あります。遠隔でコントローラを使い手動で移動させるケースと、事前に歩かせたマップ情報を元にルートを決め自律移動するケースです。SPOTには、周辺状況を常に見ながら移動し、何か障害物があれば止まる又は少し回避し障害物を避けながら移動する機能があります。このため、細かい操作が必要ということはありません。自律走行を行う場合は、マップを作るために事前に歩かせる必要があります。</p>
9	<p>SPOTの動作する外気温はどれくらいか？トンネルや日除けがある場所では、問題は無いでしょうが、日除けが無い場所では、熱暴走したり、寒冷地では、動作しないことがあるのではないかと考えました。GNSSなども同様なことが発生します。</p>	<p>カタログスペックでは動作環境は-20～45℃です。実際に、真夏の現場で実験を行っていた際には、SPOT本体に問題は起きませんでした。本体ではなくコントローラ(タブレット)の方が先にオーバーヒートして動かなくなったことはあります。また、氷点下での試験はやったことが無いので、知見はありません。</p>
10	<p>ロボットのおおよその購入費、値段はどのくらいなのでしょう。</p>	<p>SPOT本体 800万円、SPOT充電ステーション 400万円、360度カメラペイロード 400万円です。</p>

・技術② みなとの維持しゅん漂、搭乗型ロボット / 若築建設株式会社 (1/2)

No.	質問内容	回答内容
1	グラブの向きを制御する新方法について、もう少し詳しく教えてください。また、この向きの制御において、海上の風や海流の影響は考慮されているのでしょうか？	グラブを吊っている2本の支持ワイヤのうち1本を船体側に引込み、船体と平行になるように制御します。グラブが船首部に位置していて、土砂を掴み終わるまでは、常に向きを制御しています。 この浚渫船のグラブ(バケット)は、質量が60tを超えていますので風や海流の影響はほとんどありませんので考慮していません。
2	浚渫作業の頻度はどの程度でしょうか？(同じ個所は1年に1度など)	河川港(信濃川の河口に位置する新潟西港)などは、日々、自航式の国土交通省のしゅん漂船で浚渫を行っています。そのほかの港は、港湾計画に依ります。
3	近年では環境への影響を考慮したハイブリッド型の動力が使われているとのことですが、CO2排出量は従来の浚渫船に比べどの程度削減されたのでしょうか？	CO2削減量は、不明です。 メーカーの計算値によると以下の通りです。 ・蓄電した電気を巻上げ用にアシストすると、巻上げ速度が、55m/min → 65m/minと18%上がります。 ・浚渫機の燃費が、26%向上します。
4	浚渫作業の自動化についてご検討されていますか？	検討を始めたところです。
5	このような浚渫船は日本に何隻ありますか？ また、若鷺丸の年間稼働日数はどの程度でしょうか	ハイブリッド型のグラブしゅん漂船は3隻です。 従来型のグラブしゅん漂船は、311隻あります。 バックホウしゅん漂船は、83隻あります。 ポンプしゅん漂船は、48隻あります。 ドラッグサクション船(自航式)は、国土交通省の保有が3隻、東京都保有が1隻です。 若鷺丸の年間稼働に数は、平均して58.2日です。

・技術② みなとの維持しゅん濇、搭乗型ロボット / 若築建設株式会社 (2/2)

No.	質問内容	回答内容
6	波や風の影響はどれくらいあるのでしょうか？施工可能な自然条件を教えてください。	海上工事の作業中止基準、風速 10m/s 以下、視程 1km 以上、有義波高 1m 以下が基本となります。
7	浚渫の際の水質汚濁対策は何かあるのでしょうか。	船首側に鋼製の汚濁防止枠というものを配置します。枠から、シートを垂下した状態で汚濁が拡散しないように施工します。鹿島港や常陸那珂港などの太平洋側では、波高が高く長周期の波を受けるため、汚濁防止枠は使いません。グラブのサイドにパッキンゴムを仕込んで濁り水が外に出ないように工夫をすることもあります。
8	ロボットのおおよその購入費、値段はどのくらいなのでしょう。	搭乗型ロボット「グラブ浚渫船・若鷲丸」の建造時の公表価格は、21 億 2 千万円でした。

・技術③ ロボット草刈機「ロボモア クロノス」 / 和同産業株式会社 (1/2)

No.	質問内容	回答内容
1	雨天時で草が濡れている、又は路面がぬかるんでいるなど草刈が難しい環境条件はありますか？	雨天時でも問題ございませんが、ナイフや機体裏面に草が付着しやすくなります。
2	障害物を超音波センサーで検知し接触するまで近づけるとのことですが、人に当たっても問題ないレベルの減速や接触力でしょうか？	最大速度は 1.6km/h、超音波センサーが検知すると約 1km/h に減速します。接触時のロボモアの押す強さは 7~10kgf ぐらいで、人体への影響はないと考えられます。
3	刈り取ることができる草の太さはどの程度でしょうか？	約 2 cm となります。草の種類や密度にもよります。竹などの堅いものは 2cm 以下でも刈れない場合があります。
4	刈り残しの確認方法はどのようにされていますか？	人による目視確認です。ロボによる確認は行われません。
5	充電 1 回あたりの可動時間はどの程度でしょうか。1 日当たりの電気代はわかりますか？	充電時間が約 1 時間/回、稼働時間が約 1 時間/回となります。バッテリー残量により制御する為、草刈り作業の負荷やバッテリーの寿命によって前後します。電気代は 1,080 円/月です。 (1 時間あたり 3 円、29 円/kWh にて換算した場合 3 円/h×充電 12 h/日×30 日/月=1,080 円/月)
6	30 度まで登れるようなオプションとはどんなものでしょうか？	リアホイールの内側のカバーを厚い鉄板に交換し重心を下げることで対応しています。
7	充電にはどれくらいの時間がかかりますか？また満充電でどれくらいの時間稼働できますか？	No.5 と同じ内容となりますが、充電時間が約 1 時間/回、稼働時間が約 1 時間/回となります。バッテリー残量により制御する為、草刈り作業の負荷やバッテリーの寿命によって前後します。

・技術③ ロボット草刈機「ロボモア クロノス」 / 和同産業株式会社 (2/2)

No.	質問内容	回答内容
8	傾斜地や狭隘な箇所にはどの程度対応できますか。	傾斜は 20 度まで、オプションを装着することで最大 30 度まで対応します。 エリアワイヤーの設置条件より、設置エリアは 3m 以上の幅が必要となります。
9	紹介された草刈りは芝刈りのようでしたが、対象物の長さ、太さの使用制限はあるのでしょうか？教えてください。	草刈り可能な範囲は約 2cm までの太さのものとなります。但し、密度や草の種類により変わってきます。基本的には雑草を押し倒してから刈る機械なので、竹などの硬いものは 2cm より細くても刈り取れない可能性があります。細いものや押し倒しやすいものであれば、70～80cm 程度の長さのものでも刈り取ることができます。
10	ロボットのおおよその購入費、値段はどのくらいなのでしょう。	ロボモア本体（440,000 円）と充電ステーション（143,000 円）の合計 583,000 円（いずれも税込）と別途設置費用が必要となります。設置費用に関しては、実際に設置する場所の状況によって変動いたしますので、現地確認後の御見積となりますのでご了承ください。

・技術④ トラック式ロータリー除雪・融雪車 / 東日本高速道路株式会社

No.	質問内容	回答内容
1	除雪・融雪作業時の走行速度はどの程度でしょうか？	雪の硬さにもよりますが概ね 10km/h です。
2	除雪・融雪作業効率という観点で、従来の 2 台で行っていた作業と比べてどのような評価になりますか？	作業機械の大きさ（スペック）に左右されるので一概には言えませんが、能力は同等です。オペレータの人数が減る分、メリットは大きいです。
3	夏場はトラック仕様とし別の用途で使用するとの説明がありましたが、具体的にどのような用途で使用することを想定されていますか？	通常の維持作業車（標識車、資機材運搬車など）として使用が可能です。冬の作業に限らず通年で車両が使用できるので稼働率がアップします。
4	このロータリー除雪車は高速道路専用ですか？一般道では使えないのでしょうか？	現在はプロトタイプのみなので高速道路専用ですが、量産レベルまで開発が進めば一般道での使用は可能です。
5	融雪装置で融かした雪が温水となって排水される際、また路面で凍る心配は無いのですか？	（紹介した動画では路面に垂れ流していますが、）橋梁集水ますや路肩の排水溝等に流れ込むので本線には滞水させませんし、状況に応じて後追いで凍結防止剤を散布します。
6	ロータリーの回転刃の幅をもっと幅広に出来ませんか？	高速道路の路肩に堆雪する雪の除雪を想定して 1.5m としています。これ以上幅広にすると除雪量に融雪が追い付かなくなるため、投資コストを勘案してこのサイズに設定しました。また、トラックの前面に取り付けるため、油圧駆動方式として最適なサイズにする必要がありました。
7	ロボットのおおよその購入費、値段はどのくらいなのでしょう。	約 1.3 億円となります。

以上