

## V-2-1 交差点立体化等の路上工事短縮技術の開発

研究予算：運営費交付金(道路整備勘定)

研究期間：平 14～平 16

担当チーム：先端技術チーム

研究担当者：吉田 正、山元 弘、林 輝、  
荒井 猛

### 【要旨】

道路渋滞の軽減に向け、交差点立体化が推進されている。一方、路上工事が引き起こす渋滞等の影響に対して厳しい目が向けられており、その縮減も喫緊の課題となっている。このようななか、路上工事渋滞をなるべく発生させないような交差点立体化の施工方法を開発していく必要性が高まっている。

本研究は、交差点立体化に使用される一般的な建設機械に焦点を当て、路上工事期間の短縮や工事面積の縮小による渋滞軽減効果の評価方法について検討するとともに、建設機械の改良や技術開発を促進するための入札契約制度の動向等を踏まえ、路上工事渋滞の縮減に貢献する建設機械の要求性能についてとりまとめたものである。  
キーワード：道路渋滞、交差点立体化、建設機械、

### 1. はじめに

都市部の交差点の多くは、朝夕だけでなく日常的に交通渋滞が発生し、居住環境の悪化、市民生活の利便性の低下、物流の非効率化などをもたらしている。今後の都市再生では、ボトルネックである交差点の渋滞解消は大きな課題の一つとなっている。

従来の工法による交差点立体化工事は、最低でも1～2年の工事期間を必要とし、この間は、工事中の交通規制・通行止めなどにより更なる渋滞の発生と周辺環境の悪化を招く恐れがあるため、渋滞が激しい交差点立体化工事の実施が困難となっている。

本研究は、工事渋滞解消という視点から、交差点立体化工事に使用される建設機械について、路上工事期間短縮を妨げる要因となっているか否かについて検討するとともに、渋滞軽減に対する「寄与度」という概念を用いた評価方法を開発した。

また、工事渋滞削減を目的とした新工法や建設機械の開発促進を後押しするために、工事渋滞削減対策に対してインセンティブを与える入札・契約制度について、現在導入が進められている「総合評価落札方式」を例に取りその効果や動向について整理した。

以上を踏まえ、路上工事期間短縮に貢献する建設機械の要求性能についてとりまとめた。

### 2. 研究方法

本研究の実施フローを図-1に示す。各項目についての検討内容は下記のとおりである。

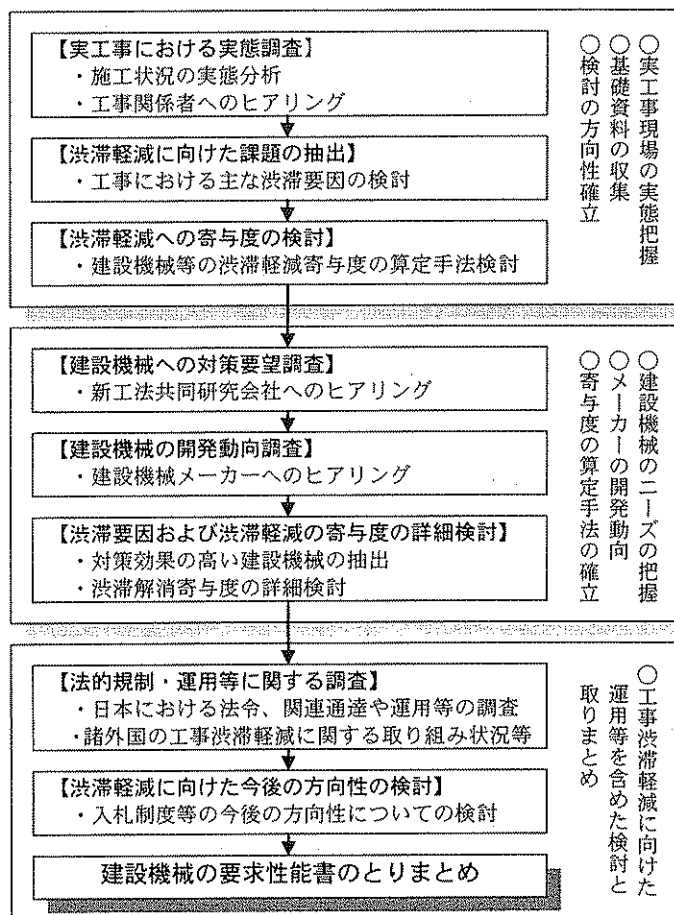


図-1 実施フロー

#### 2.1 路上工事の実態把握

路上工事の施工状況実態分析として3件の現場を対

象に工種、工程について施工状況の実態について分析を行い、路上工事の工事渋滞要因の課題を抽出した。

また、建設機械等に関する渋滞解消への可能性、方向性を検討し、それぞれの渋滞解消策の寄与度を検討した。

## 2.2 建設機械に由来する工事渋滞要因

建設機械に由来する工事渋滞要因として建設機械の使用期間が工期に占める影響を分析調査するとともに、建設機械に由来する工事渋滞要因・課題について機種毎に抽出した。また、渋滞発生要因毎の交通渋滞抑止への寄与度を分析し、寄与度が大きく対策が必要なものを抽出した。その結果より交通渋滞抑止への寄与度を分析した。また、建設機械メーカーに要求性能に対する意見や実現の可能性及び問題点に関するヒアリングを行った。

## 2.3 建設機械に関する制度・規制

渋滞軽減に関する法的規制・運用等の調査として国内における建設機械やその運転、運搬等に関して定められている法令、関連通達や運用等に関する調査を行った。また、諸外国における工事渋滞軽減に関する取り組み状況（契約方式等）についても調査を行った。

さらに、入札・契約制度等の今後の方向性の検討として路上工事、とりわけ交差点の急速立体化工事に採用可能であり、工事渋滞軽減のために有効な入札・契約制度の検討を行った。

## 2.4 路上工事渋滞削減を目指した建設機械メーカーに対する要求性能

工事渋滞軽減に向けた路上工事の要求性能をとりまとめた。

## 3. 研究結果

### 3.1 路上工事の実態把握

#### 3.1.1 路上工事の施工状況実態分析結果

3件の現場を対象に工種、工程、施工状況について分析した。

- (1)各工事ともに、現有車線数を確保していることを原則としているが、やむを得ず規制が伴う場合は、夜間施工等にて対応していた。
- (2)工実施の必要幅が不足するケースでは、歩道を切削し、歩道幅員を小さくすることにより、切廻し道路幅員、作業帯幅を確保していた。

#### 3.1.2 渋滞要因の分析、寄与度の検討

実態分析、ヒアリングの結果から、路上工事の工事渋滞要因の分析をおこない課題を抽出した。また、建設機械等に関する渋滞解消への可能性、方向性を検討

し、それぞれの渋滞解消策の寄与度を検討した。

### (1) 工事による主な渋滞要因

- ・作業帯が必要となり、車線、路肩幅員が縮小されることにより、走行速度が低下する。
- ・限定された区間で車線の切廻しをするため、平面線形が劣る傾向があり、走行速度が低下する。
- ・右折車線を規制する場合、右折車両が直進車を阻害する。
- ・工事用車両が作業帯に出入りする際、走行車両を阻害する。

こうした要因に対して、交通渋滞解消に向けた課題、対応方法を検討した。

表-1 工事渋滞の課題と対応方法

| 課題          | 対応方法   |
|-------------|--|
| 作業帯幅、長さを減らす | ・構築する構造物で規制車線がほぼ決定するため、設計段階で規制が極力ないように十分検討する。  |
| 規制時間を減らす    | ・効率的な作業ができるよう、建設機械の組み立て、解体のスピード化を図る。<br>・クレーンの吊り降ろしや掘削、積み込み作業等の作業スピード向上は安全上問題となるが、杭の圧入速度や舗装の切削、打ち換え、転圧等の作業スピードを向上させる建設機械を開発する。 |

### (2) 建設機械等に関する交通規制の寄与度

建設機械の指標として、建設機械が技術開発等により工事渋滞軽減に貢献できると考えられる工期(日数)の全体工期(日数)からみた割合を寄与度と定義した。

## 3.2 建設機械に由来する工事渋滞要因

### 3.2.1 建設機械に由来する工事渋滞要因の詳細検討

建設機械の使用期間が工期に占める影響を分析調査するとともに、建設機械に由来する工事渋滞要因・課題について機種毎に抽出した。また、渋滞発生要因毎の交通渋滞抑止への寄与度を分析し、寄与度が大きく対策が必要なものを抽出した。

#### (1) 建設機械の使用期間が工期に占める影響の分析調査

建設機械の抽出は、「工期短縮」と「省スペース」の2つの観点から整理した。

ヒアリングより、工事工程の面から見た場合、基礎工および上部工架設工が全体工程に与える影響が大きいと考えられ、基礎工および上部工架設工で使用する建設機械について、工期短縮の観点から表-2に示す施工機械を選定した。

表-2 工期短縮に影響のある建設機械

| 建設機械     | 工期短縮のポイント                                |
|----------|--|
| 3点式杭打ち機  | 組立、解体時間の短縮により工期短縮が可能                     |
| トラッククレーン | 限られたスペースで高いつり上げ能力を持てば工期短縮が可能             |
| 自走多軸台車   | 油圧ジャッキのジャッキアップ能力向上により、架台規模が小さくなり、工期短縮が可能 |

(2)省スペース面から見た建設機械が及ぼす渋滞影響  
省スペースの面から見た場合、大型建設機械（大型トラッククレーン、3点式杭打ち機）が工事渋滞要因となる可能性が高い。表-3に建設機械が及ぼす渋滞影響度一覧を示す。

表-3 建設機械が及ぼす渋滞影響度一覧

| 建設機械名    | 規格        | 使用工事       | 影響度 |       |
|----------|-----------|------------|-----|-------|
|          |           |            | 工期  | 施工ヤード |
| クレーン     | 50t       | 基礎工        | ×   | △     |
|          | 65t       | 基礎工<br>下部工 | ×   | △     |
| クレーン     | 20t       | 基礎工        | ×   | ×     |
|          | 25t~50t   | 土工部        | ×   | ×     |
| 3点式杭打ち機  | -         | 基礎工        | ◎   | ◎     |
|          |           | 土工部        | ◎   | ○     |
| ジャッキ     | -         | 基礎工        | ○   | △     |
|          |           | 下部工        | ×   | ◎     |
| トラッククレーン | 100t      | 上部工(側径間)   | ◎   | ◎     |
|          | 160t      | 上部工(中央径間)  | ◎   | ◎     |
|          | 100t~200t | 上部工(側径間)   | ◎   | △     |
| 自走多軸台車   | -         | 上部工(中央径間)  | ◎   | △     |
|          |           | 上部工(側径間)   | ○   | ×     |
| 油圧ジャッキ   | -         | 上部工(中央径間)  | ◎   | ×     |
|          |           | 上部工(側径間)   | ○   | △     |
| サルトリ     | -         | 仮設(土留)     | ○   | △     |

着色部：抽出した建設機械

### 3.2.2 交通渋滞抑止への寄与度分析

前章の結果より交通渋滞抑止への寄与度を分析した。

#### (1) 算出する寄与度

- ・規制日数短縮の寄与度
- ・幅員確保の寄与度
- ・交通容量確保の寄与度

#### (2) 寄与度の試算ケース

表-4 寄与度の試算ケース

| ケース   | 概要  |
|-------|---|
| CASE1 | 上部工の地組立工において、自走多軸台車、油圧ジャッキのストローク性能を向上させ、工期を短縮させたケース。                              |
| CASE2 | 基礎工において、3点式杭打ち機の組立、解体の簡素化、迅速化および、打設能力向上または製品ラインナップ充実による上位能力機種の使用によって、工期を短縮させたケース。 |
| CASE3 | 上部工の地組立において、規制時幅員に影響を与える100tトラッククレーンの性能を落とさず小型化したケース。                             |

### (3) 試算結果

表-5 寄与度の試算結果

| ケース   | 計算種別 | 寄与度 (%) |      |        |
|-------|------|---------|------|--------|
|       |      | 規制日数削減  | 幅員確保 | 交通容量確保 |
| CASE1 | 地組立工 | 10.3    | 5.8  | 5.6    |
|       | 全体工期 | 6.0     | 3.6  | 3.4    |
| CASE2 | 基礎工  | 6.7     | 3.9  | 3.7    |
|       | 全体工期 | 0.5     | 0.4  | 0.3    |
| CASE3 | 上部工  | 0.0     | 8.3  | 6.4    |
|       | 全体工期 | 0.0     | 8.3  | 6.4    |
| 組合せ   | 全体工期 | -       | -    | 9.7    |

### (4) 寄与度についての考察

寄与度計算結果から、自走移動台車、油圧ジャッキ、杭打ち機の性能向上、トラッククレーン小型化等が渋滞解消に寄与することとなった。

各々のケースについて、例えば全体工期の交通容量確保の寄与度をみても0.3~6.4%と少ないが、組み合わせることにより9.7%となる。

このため、1つの工種からみたら微小な結果となっても、工期短縮、スペース縮小への取り組みは重要である。

以上の結果は、性能向上を想定して算出している。

### 3.2.3 建設機械メーカーヒアリング調査結果

建設機械メーカーに対し、建設機械に求められている渋滞解消に貢献する性能やその実現の可能性、及び問題点に関するヒアリングを行った。ヒアリング結果は以下の通りである。

- ・建設機械に求められている機能

○3点式杭打ち機：リーダーの軽量化、リーダーの縮小、狭隘箇所での施工性（リーダーのチルト機能、回転機能）、旋回範囲の縮小、安定性の向上、搬入搬出時の組み立て解体の簡易化

○トラッククレーン：本体のコンパクト化、旋回範囲の縮小、アウトリガージャッキストロークの向上(増大)、据え付け時の簡易化

○自走多軸台車：低価格化、自己昇降ストロークの向上、搬入時の組み立て(架台含む)の簡易化、走行性能の向上(空車時)、操作の簡易化、自己昇降設備のストローク向上、操作の簡易化、走行時の安定性の向上

○油圧ジャッキ：低価格化、ストロークの向上、昇降荷重の増大、

これらの要求事項に関して、実現可能であると考えられる項目を抽出すると表-6となる。

表-6 抽出した建設機械における今後の開発箇所

| 機械名称             | 開発箇所      | 今後必要な開発          | 開発による効果                                      | 寄与度    | 開発に対する問題点 |                             |
|------------------|-----------|------------------|--|--------|-----------|-----------------------------|
| 自走多軸台車<br>(ジャッキ) | ジャッキ      | ストロークの向上         | 自走多軸台車上に組み立てる架台省略<br>【工期短縮】                  | 規制日数縮減 | 6.0%      | 現状ではニーズが少ないため、開発コストを負担できない。 |
|                  |           |                  |  | 幅員確保   | 3.6%      |                             |
|                  |           |                  |  | 交通容量確保 | 3.4%      |                             |
| 3点式杭打ち機          | リーダー      | テレスコタイプや折り畳み式に変更 | 組立・解体時間短縮<br>【工期短縮】<br>組立・解体ヤード縮小<br>【省スペース】 | 規制日数縮減 | 0.5%      | 現状ではニーズが少ないため、開発コストを負担できない。 |
|                  |           |                  |  | 幅員確保   | 0.4%      |                             |
|                  | カウンターウエート | 小型化等による旋回半径の縮小   | 施工ヤードの縮小<br>【省スペース】                          | 交通容量確保 | 0.3%      |                             |
| トラッククレーン         | カウンターウエート | 小型化等による旋回半径の縮小   | 施工ヤードの縮小<br>【省スペース】                          | 規制日数縮減 | 0.0%      | -                           |
|                  |           |                  |  | 幅員確保   | 8.3%      |                             |
|                  |           |                  |  | 交通容量確保 | 6.4%      |                             |

3.3 建設機械に関する制度・規制

3.3.1 渋滞軽減に関する法的規制・運用等の調査

(1) 労働安全衛生法

自走多軸台車については、使用が限られることもあり、具体的な規定は見られないが、移動式クレーンに関してはアウトリガーの最大張り出しが規定されており、省スペースの妨げとなる場合がある。

(2) 道路法、道交法

道路法では、「車両でその幅、重量、高さ、長さまたは最小回転半径が政令で定める最高限度を超えるものは、道路を通行させてはならない。」(道路法 47 条-2)とされている。

建設機械は、原則として、最高値を超えるものに関しては、分解・運搬後現地で組み立てなければならず、このために必要な施工ヤードや工期を確保しなければ

ならない。

(3) その他

路上工事を行う場合、警察から道路使用許可を得て、工事を行わなければならない。交差点の急速立体化工事のように大規模な路上工事に関しては、工事発注前から事前に警察とも協議を重ねることが必要である。

3.3.2 諸外国の工事渋滞に関する取り組み状況等調査

諸外国における工事渋滞軽減に関する取り組み状況(契約方式等)について調査を行った。

主に契約方式に着目すると、英国・米国で採用されているレーンレンタル制度、米国で採用されている Cost-Time Bidding (総合評価発注方式)、Design-Build 方式が上げられる。これらの効果や問題点を表-7 に示す。

表-7 諸外国における契約方式の概要、効果及び問題点

| 名称                           | 概要  | 効果  | 問題点   |
|------------------------------|---|---|---|
| レーンレンタル制度                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>道路修復工事で用いられる手法であり、作業期間中は契約者が行政機関より道路レーンを「レンタル」という概念である。</li> <li>1日あたりのレンタル料金を事業者に課すことによって、事業者は1日でも早く事業を完了させたいというインセンティブが働き、結果として「社会的費用」を小さくすることができる。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>インセンティブ・オプションを付加することによって、スケジュール監理を改善することができる。</li> <li>【実施結果】英国では1984年～1989年の5年間で延べ2400日以上レーン閉鎖期間が短縮され、約800万ポンド(約16億円)のボーナスが支給された。超過による課金は1件のみ。</li> </ul>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>占有事業者からの大きな反対が起こる。</li> <li>訴訟がいくつか起こり、道路管理者はその結果無料という法的措置をとらねばならないこともあった。</li> <li>コストが増加するため、ガス、水道、電気等の価格上昇の可能性がある。</li> <li>路上工事のほとんどが占有事業者の工事である。</li> </ul> |
| Cost-Time Bidding (総合評価発注方式) | <ul style="list-style-type: none"> <li>金額と工事期間について入札を行い、総合評価によって発注先を決定する。</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>交通インフラ工事の場合は、工事期間を短縮することによって利用者の利便性を向上させることができる。</li> <li>インセンティブ・オプションを付加することによって、スケジュール監理を改善することができる。</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>RUC (Road User Costs: 道路利用者の一般化費用。通行料金だけでなく、燃料費や時間費用も含む) が殆どない場合は、効果も小さい。</li> <li>巨大で複雑なプロジェクトで、第三者の衝突による遅延が予想されるようなプロジェクトは、この手法を適用させるべきでない。</li> </ul>         |
| Design-Build 方式              | <ul style="list-style-type: none"> <li>金額のみでなく、設計内容・工事方法等の提案を評価し、発注先を決定する。</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>プロジェクト期間の短縮</li> <li>プロジェクト全体の責任の明確化</li> <li>プロジェクトの管理・検査コストの減少</li> <li>建設事業者による建設手法や原材料選択のフレキシビリティを与える。</li> <li>【実施結果】ユタ州の都市開発プロジェクトでは事業期間が当初予定の10年から4.5年短縮された。</li> </ul> | -   |

表-8 日本における新しい入札・契約方式の効果・問題点

|                    | 効果   | 問題点  |
|--------------------|--|--|
| 総合評価落札方式           | ・価格のみでなく、技術や品質についても評価対象とすることができる。  | ・現状では、技術力の評価が9%程度であり、価格入札方式とほとんど変わらない。<br>・入札価格が予定価格内に納まっていることが落札の前提条件であるため、良い提案であっても、予定価格をわずかにでも上回れば落札できない。                       |
| VE方式               | ・品質と価格の両面から企業を選定できる。<br>・民間の技術力を活用することにより、品質確保・向上のインセンティブを付与できる。                       | ・従来契約であれば企業努力で費用を削減すればすべて受注企業のものとなるため、わざわざVE提案をするインセンティブはない。<br>・契約後VEは設計変更した場合に発生する費用削減分の一部を発注者が受注者に要求する仕組みであり、VE提案をするインセンティブはない。 |
| 設計・施工一括発注方式        | ・施工業者が自分たちの持つ技術力を生かして設計することができ、設計途中でも着工できる。<br>・設計から施工までの責任を施工業者が負うことになるので責任の一元化が図られる。 | ・最終目的物の性能や機能を事前に把握することができない。<br>・施工だけに対応できる工事業者は、入札できないため、競争力が低下し、コスト増につながる。   |
| 性能規定発注方式           | ・施工業者の技術力、工夫を生かしやすい。<br>・新技術の開発による品質・性能の向上や長期的なコスト削減にも寄与する。                            | ・長期にわたる性能評価手法が必要。  |
| マネジメント技術活用方式(CM方式) | ・現場における技術的競争性や透明性を向上させ、品質の保持、適切なコスト管理、徹底したコスト削減の推進が期待できる。                              | ・CMRの責任、権限の明確化が必要<br>・CMRの資格や人材の育成が必要。   |

### 3.3.3 日本における入札・契約制度等の動向

現在の日本における入札・契約制度は、既存の指名競争入札等の工事価格だけの評価方式から技術力も加味した総合的な競争入札方式に移行する過渡期にあり、様々な入札制度が試みられている。新しい入札・契約方式について、その効果及び問題点を表-8に示す。

### 3.4 路上工事渋滞削減を目指した建設機械メーカーに対する要求性能

『立体交差化に向けての路上工事渋滞削減を目指した建設機械メーカーに対する要求性能(案)』

※図は実現方法の一例である。

#### (1) 工期短縮を目的とした建設機械の開発

##### ① 3点式杭打機のリーダーを組立式から伸縮式や折畳式に改良することによる機械組立工期の短縮

【対象機種：リーダー長 21m以上、  
目標工期：搬入・組立1日短縮、  
解体・搬出1日短縮】

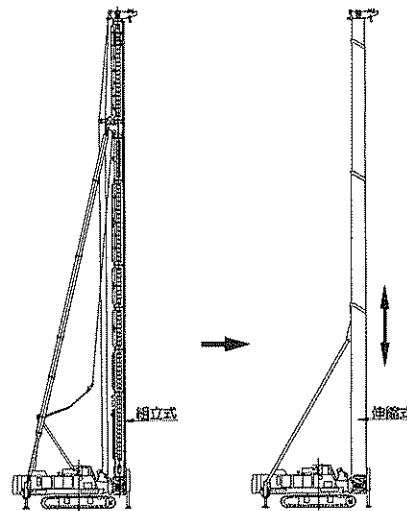


図-2 3点式杭打機のリーダーの改良

##### ② 自走式多軸台車のジャッキストローク向上による架台組立工期の短縮【目標工期短縮：10%短縮】

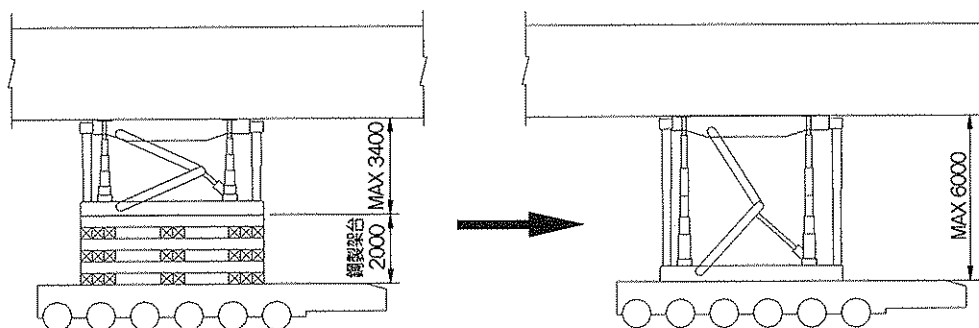


図-3 自走多軸台車のジャッキストローク向上例

## (2) 規制幅の縮小を目的とした建設機械の開発

### ① 3点式杭打機の小型化等による旋回範囲の縮小

【対象機種：リーダー長 21m以上、縮小目標：50cm（1車線当り交通容量 150pcu/h 増加）】

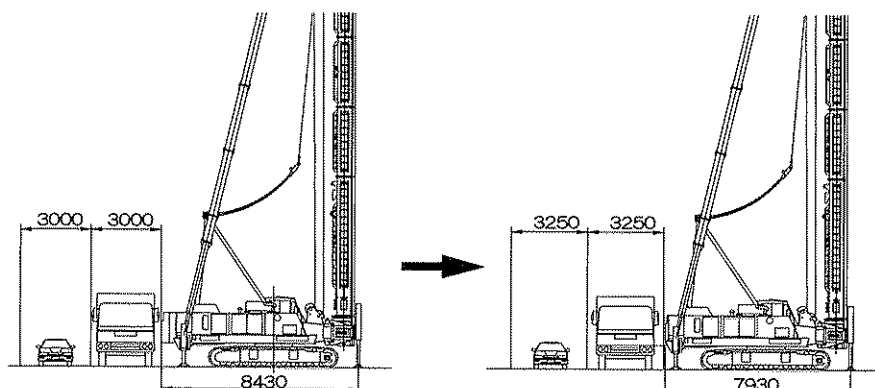


図-4 3点式杭打機の小型化例

### ② トラッククレーンの小型化等による旋回範囲の縮小

【対象機種：100t～200tトラッククレーン、縮小目標：50cm（1車線当り交通容量 150pcu/h 増加）】

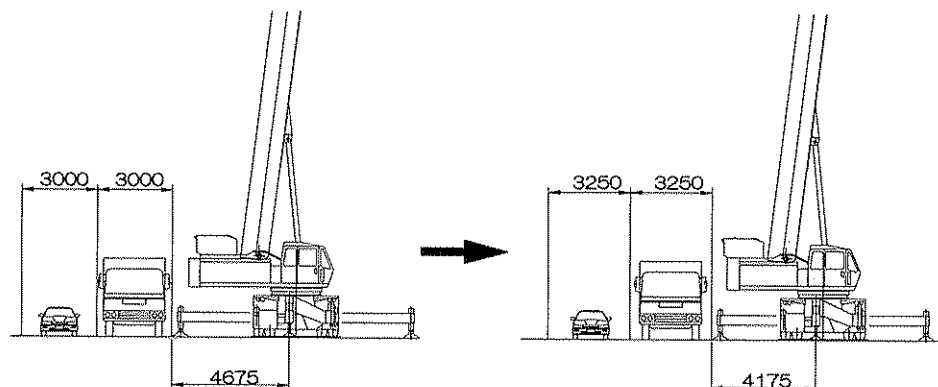


図-5 トラッククレーンの小型化例

## 4. まとめ

これまで、建設機械メーカーは、工事従事者のニーズに応じて様々な開発やラインナップの充実を行ってきたが、道路利用者のニーズである「現道交通の渋滞を軽減させる建設機械」という視点からの研究、開発は、実際にはあまり取り組まれていない。

本研究ではこれらの取り組みを促進させるため『立体交差化に向けての路上工事渋滞削減を目指した建設機械の要求性能(案)』としてとりまとめ建設機械業界に提示するものである。

今後、国民からの路上工事に対する目は、ますます厳しくなることが考えられ、工事実施に向けては、これまで以上に研究、開発成果を生かした路上工事渋滞の削減が必要である。また、これらの技術開発

を促進させる上でも、新技術や新工法などを適性に評価でき、それらに対してインセンティブを与えるような新しい入札・契約方式への取り組みや、技術開発に対するリスクを分散させるなど、技術開発を行いやすい土壌を育成していく必要がある。

(参考文献)

- 1) 社団法人 日本道路協会：「道路の交通容量」、昭和 59 年 9 月
- 2) 道路使用実務研究会：「新しい道路使用の手引き」、警視庁交通部交通規制課、平成 11 年 2 月
- 3) ユーザーの視点に立った道路工事マネジメントの改善委員会、「海外での路上工事縮減のための契約制度について」、平成 15 年 10 月 7 日