

建設の施工企画 4

2006 APRIL No.674 JICMA



品質法—公共工事の品質確保—



雪国から日本を元気にする。
ゆきみらい
2006in上越

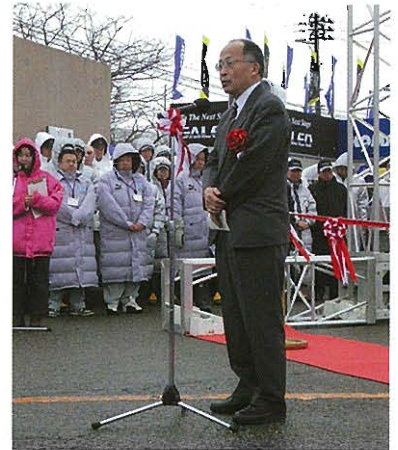
除雪機械展示会



♪テープカット



♪小野会長の挨拶



♪村松建設施工企画課長の祝辞



♪にぎやかな会場風景



⇩会場を視察する清治技監



⇩将来の技術者(幼稚園児)の見学



⇩小形除雪機の実演



⇩コマツ



⇩コベルコ建機(株)



⇩新キャタピラー三菱(株)



⇩日立建機(株)



⇩TCM(株)



⇩川崎重工(株) / (株)日本除雪機製作所



⇩新潟トランス(株)



⇩開発工建(株)



⇩三菱ふそうトラック・バス(株)



⇩いすゞ自動車(株)



⇩日産ディーゼル(株)



⇩北陸技術事務所



⇩日野自動車(株)



⇩岩崎工業(株)



⇩範多機械(株)



⇩矢崎総業(株)



⇩(株)パトライト



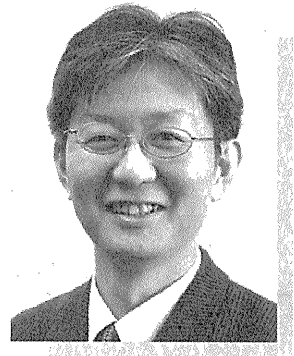
⇩(株)拓和



⇩日工(株)

巻頭言**総合評価方式への期待**

小澤 一雅



平成17年春に施行された「公共工事の品質確保の促進に関する法律」に基づき、わが国の公共工事に総合評価方式が広く導入されつつある。これまでの会計法や地方自治法では、原則として価格のみによる入札が行われ、契約の相手が決定されてきた。例外的にしつか認められていなかった価格以外の要素を考慮して契約の相手を決める方法が広く導入されることは、非常に大きな意味がある。この総合評価方式を公共工事の入札方式として、適切に活用されることが期待されている。

公共工事は、調達時点で品質を確認できる物品の購入とは異なり、施工者の技術力等により品質が左右される。そのため、発注者は、個々の工事の内容に応じて適切な技術力を有する企業を競争参加者として選定するとともに、技術力を評価した落札者の決定や適切な監督・検査等の実施により公共工事の品質を確保する必要がある。工事の特性（技術的な工夫の余地の大きさや求める技術提案の内容）に応じて、総合評価方式の「簡易型」「標準型」「高度技術提案型」のいずれかを選択して適用する必要がある。いずれの場合も、価格と技術力や技術提案等を総合的に評価する。

「簡易型」の総合評価では、工程管理や品質管理等に関する施工計画、企業の施工実績や成績、配置予定技術者の能力等が価格以外の評価項目として考えられている。良質の施工を確実に実施できるかどうかを価格と総合的に評価し、落札者を決定しようとするものである。

評価項目をどのように設定するか、また、評価項目の配点や価格点に対する技術点の重みをどの程度にするかは、個々の工事の特性だけでなく、応札が見込まれる施工者の特性を考慮して決定する必要がある。個々の工事は、同種の工事であっても、現場の状況はそれぞれ異なるものである。安全や工程を含めて品質を確保するためには、それぞれの現場の状況に応じた施工計画が必要である。発注者は、マニュアルに頼らず、個々の現場の状況に応じた評価項目を適切に考える必要がある。工事の品質は、企業の施工実績等だけでな

く、現場に配置される技術者の能力に負うところが大きいことが知られている。技術者の保有する資格だけでなく、過去の経験工事における品質や、必要に応じて配置予定技術者のヒアリングを実施することも有効である。

総合評価方式では、発注者には、これまで以上に技術力を評価する目を持つことが極めて重要となる。提出された技術資料を事前に評価するだけでなく、実施された工事の品質を検査し、施工中の施工者の技術力を適切に評価することが、次の工事の評価に活かされるからである。発注者自らが、その技術力を高める方策を考えることが重要である。

わが国の公共工事の入札では、契約の相手方を決定することと、契約金額を決定することが同時に行われる。工事における契約金額は、設計変更等によって精算時には異なる金額となるのが一般的である。契約の相手を決める入札行為と金額を含めて責任分担や変更の条件を合意する契約行為は、異なるものである。「高度技術提案型」では、工事目的物を含めた高度な技術提案を求めて入札を実施する。技術提案の評価に基づいて契約交渉の相手を決めることと、交渉によって契約金額やその変更方法を決めることを分けて行うことができると、より望ましい方式になるものと思われる。

「品確法」に基づく総合評価方式の導入は、始まったばかりである。評価項目や配点については、その結果を見ながら改善の努力を続けることが重要である。価格点の順位と総合評価の順位が変化するかどうかだけでなく、応札者からの技術提案が、発注者の期待したものであったかどうかや落札した施工者によって実施された工事が品質の優れたものであったかどうかを見極め、次の入札に活かすことが重要である。総合評価方式は、工事の品質を確保するための入札方式として活用するものである。うまく活用できるかどうかは、発注者の意識に負うところが大きいのである。

special issue: quality surety on public works

特集 品確法—公共工事の品質確保—

「公共工事の品質確保の促進に関する法律」と 土木機械設備工事

森 下 博 之

平成 17 年 4 月に施行された「公共工事の品質確保の促進に関する法律」等を踏まえ、技術に基づく公正な競争を促進し、土木機械設備の品質確保を促進することを目的として、「土木機械設備の入札契約手法に関する委員会（委員長：小澤一雅東京大学教授）」が設置され、検討・とりまとめが行われたところである。本報文では、委員会の中間報告書（平成 17 年 2 月）をもとに、土木機械設備工事の入札契約手続きについてのポイントについて紹介する。

キーワード：公共工事品確法、品確法、品質確保ガイドライン、土木機械設備、入札契約手法、総合評価方式、デザインビルド方式

1. はじめに

河川用ゲート設備やダム用ゲート設備、揚排水ポンプ設備、トンネル換気設備などの土木機械設備は、調達時点で完成品として品質を確認できる物品の購入とは基本的に異なり、各々の現場で求められる性能を発揮すべく、施工企業が保有する技術、製造設備等を用いて個別に設計・製作されるものである。

このため、発注者は個々の工事の内容に応じて適切な技術力を有する企業を競争参加者として選定するとともに、適切な監督、検査の実施によりその品質及び信頼性の確保を図る必要がある。

平成 17 年 4 月に施行された「公共工事の品質確保の促進に関する法律（以下、「公共工事品確法」と呼ぶ）」等を踏まえ、技術に基づく公正な競争を促進し、土木機械設備の品質確保を促進することを目的として、有識者により構成される「土木機械設備の入札契約手法に関する委員会（委員長：小澤一雅東京大学教授）」が設置され、検討・とりまとめが行われたところである。

本報文では、委員会の中間報告書（平成 17 年 2 月）をもとに、公共工事品確法と土木機械設備工事についての議論のポイントについて紹介する。

2. 公共工事品確法の制定と運用のための環境整備

昨今、公共工事においては、財政状況、経済状況等を背景に不良不適格業者による工事の「丸投げ」やダ

ンピング受注の横行、不良工事の発生など極めて憂慮すべき事態が起きている。

このような状況を踏まえ、公共工事品確法が平成 17 年 3 月に成立し、4 月より施行された。公共工事品確法では、公共工事においては経済性に配慮しつつ、価格以外の多様な要素も考慮し、価格及び品質が総合的に優れた内容の契約がなされることにより、品質が確保されなければならないと規定されている。

平成 17 年 8 月 26 日には、法律第 8 条第 1 項に基づき「公共工事の品質確保の促進に関する施策を総合的に推進するための基本的な方針について」が閣議決定された。

国土交通省において、国土交通省直轄工事（港湾空港関係を除く）について、公共工事品確法及び基本方針に基づき、平成 17 年 9 月に「国土交通省直轄工事における品質確保促進ガイドライン」を策定し、工事の品質確保を図っていくうえでの具体的な方策を示した。

また、平成 17 年 7 月 29 日に策定された「入札談合の再発防止対策について」では、一般競争方式及び総合評価方式の拡大などを柱とする技術競争性向上を図るための入札方式の改善等に取り組むこととしている。

平成 17 年 10 月に設置された「土木機械設備の入札契約手法に関する委員会」では、「国土交通省直轄工事における品質確保促進ガイドライン」や「入札談合の再発防止対策について」を基本とし、土木機械設備工事に係る技術の特性を踏まえ、土木機械設備工事に関する施工企業及び担当技術者の技術力、施工能力の評価、技術提案の審査・評価等を活用した入札契約手

表一1 土木機械設備の入札契約手法に関する委員会

委員長	小澤一雅	東京大学社会基盤学科社会基盤学専攻教授
副委員長	大森文彦 今岡亮司	弁護士（中央建設業審議会委員等） 財団法人日本建設情報総合センター理事
委員	植木昭一	新潟県土木部技監
	小笠原保	国土交通省関東地方整備局企画部機械施工管理官
	亀本喬司	横浜国立大学大学院工学研究院教授
	角 哲也	京都大学大学院工学研究科社会基盤工学専攻助教授
	高須修二	財団法人ダム技術センター参与
	橋元和男	社団法人河川ポンプ施設技術協会専務理事
	濱田俊一	国土技術政策総合研究所総合技術政策研究センター建設マネジメント研究官
	村松敏光	国土交通省総合政策局建設施工企画課長

法に関する検討が進められている。

3. 土木機械設備工事の入札契約手法について—委員会中間報告書より抜粋—

(1) 土木機械設備の特性

土木機械設備の特性として、以下の事項が挙げられる。

- ① 固定的な建築物でなく、能動的に自然物を扱う設備である。
- ② 運転・稼働して初めてその機能を果たすものである。
- ③ 各機能要素を組合わせたプラント的システムである。
- ④ 機能の維持のため適切な保全が必要である。

(2) 土木機械設備を扱う企業

土木機械設備は、民生用等の公共事業以外の用途を含む広い市場を対象としている。

- ・規格品又は汎用品として生産される機器を組合わせたシステムからなる最も簡易なもの
- ・設計基準等に基づいて個々の発注者の要請を満たすべく設計、製作された単品生産の主要機器を中心に組合わせたもの
- ・設計基準等が未整備で、ほぼすべての構成機器が個々の発注者の要請を満たすべく設計、製作された単品

生産となっている最も高度な土木機械設備
設備の種類、構造・機能、規模により施工に必要な技術レベルの幅が非常に広く、施工可能な企業数も大きく異なっている。

(3) 入札契約手法で考慮すべき事項

対象設備の種類や構造・機能、規模によって求められる技術レベルに適した方法として次のことが考慮されるべきである。

簡易な土木機械設備では設計業務の成果に基づいた施工が可能であるため総合評価方式（簡易型）とする。

高度な土木機械設備においては、設計業務を外形的、概括的範囲に留め、施工企業の技術力を最大限に活用する総合評価方式（標準型、高度技術提案型）や設計・施工一括発注方式（デザインビルド方式）とする。

これらを考慮することにより、競争性を確保しつつ、要求性能を合理的に実現し、高い信頼性を得ることが可能となる。

(4) 入札契約

(a) 入札契約方式の選定

土木機械設備における技術能力の審査及び技術提案の審査・評価については、表一1を原則とし、表一2に土木機械設備を例示する。

(b) 総合評価について

「国土交通省直轄工事における品質確保促進ガイドライン」に、高度技術提案型、標準型、簡易型別の評価項目、評価基準が例示されているが、土木機械設備工事においては、機械設備の特性、設置環境、使用条件に適合した項目を追加して提案を求める必要がある。

例えば、土木機械設備は施工企業の技術力に基づく計画、設計施工によるところが多いことから、製作・据付けに係る改善及び供用時の信頼性・コスト等の事項（構造、材料等を含む土木機械設備のライフサイクルコスト低減、操作の安全性・確実性、設備の信頼性確保、操作の省力化、システム増強への自由度など）についての提案を求める必要がある。

表一1 技術レベルと入札契約方式

技術レベル	河川管理施設等構造令など		
	汎用品のアセンブル標準設計	設計基準整備シリーズ化	
			施工企業独自の設計
			個別設計製作である ・新構造・形式 ・過去最大 複数の競合技術から選択
入札契約方式	総合評価（簡易型）	設計・施工分離総合評価（標準型、高度技術提案型）	設計・施工一括発注方式（デザインビルド方式） 総合評価（高度技術提案型）

表-2 土木機械設備の具体例

技術レベル	河川管理施設等構造令など			備考
	汎用品のアッセンブル標準設計	設計基準整備シリーズ化	施工企業独自の設計	
揚排水ポンプ設備 ^{※1}	水中モータポンプ 2 m ³ /s以下 救排 ^{※4} (標準設計)	軸流ポンプ及び斜流ポンプ 10 m ³ /s以下	10 m ³ /sを超えるポンプ (可動翼 ^{※5} を含む)	揚排水ポンプ設備設計指針 (案)に基づく分類
ゲート設備	河川用ゲート設備 ^{※2} 10 m ² 未満 (小形)	河川用ゲート設備 50 m ² 未満 (中形)	河川用ゲート設備 50 m ² 以上 (大形) 及びシェル構造	ダム・堰施設技術基準 (案) に基づく分類
		ダム用ゲート (φ1 m未満の小容量放流設備)	ダム用ゲート	
トンネル換気設備 ^{※3}	JF ^{※6}	φ1,530 mm以下	φ1,530 mmを超える	道路トンネル技術基準 (換気編)に基づく分類
	送排風機	φ3,150 mm以下	φ3,150 mmを超える	
その他の設備	道路排水設備・消融雪設備・ 共同溝付帯設備・車両重量計等			

- ※1 揚排水ポンプ設備に関しては、主ポンプ1台当り吐出量 (m³/s)
- ※2 河川用ゲート設備に関しては、1門当り扉体投影面積 (m²)
- ※3 トンネル換気設備に関しては、口径 (mm)
- ※4 救排：救急排水ポンプ
- ※5 可動翼：羽根角度制御
- ※6 JF：ジェットファン、ブースターファン

(c) 設計・施工の扱いについて

現在、設計・施工については、設計・施工分離の原則（「設計コンサルティング業務の外注にあたっての設計・施工分離の原則」(昭和34年事務次官通達)）により、設計のチェック、品質確保、コスト管理を図ることとしている。

しかし、技術基準が整備されていない場合や複数の競争技術から選択する場合など、建設コンサルタントに十分な技術力がなく、施工企業の技術力に基づく独自の設計が必要な機械設備については、設計・施工一括発注方式（デザインビルド方式）の適用が考えられる。あわせて総合評価方式（高度技術提案型）を導入することにより、競争性を確保しつつ、要求性能を合理的に実現し、高い信頼性を得ることが可能となる。

(5) 適格企業の選定

(a) 工事に関する技術力

- 土木機械設備の施工に必要な技術力の要素は、
- ・土木機械設備の構造に関する技術的要素
 - ・規模が大きくなることによる応力等の力学的要素に分けられる。

①構造・機能に関する技術力

ポンプ設備等では、回転駆動機構により流体機械としての機能を発揮する技術などが求められる。さらに、機械技術によって構成された主要部を、土木機械設備の目的に応じて的確に駆動させる操作制御設備と一体となって初めて機能する。このような、構造・機能に関する指標によって技術力を評価できる。

工事目的物に関する技術力の要素である構造・機

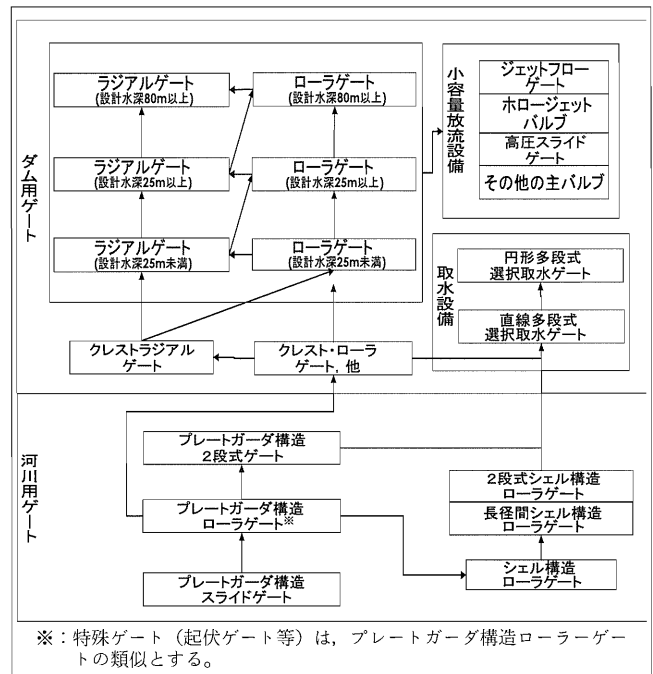


図-1 構造・機能に関するゲート設備の分類例

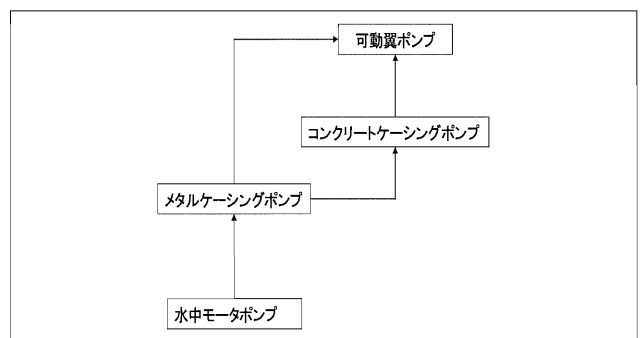


図-2 構造・機能に関する揚排水ポンプ設備の分類例

能に着目した分類例を図-1～図-3に示す。

②規模に関する技術力

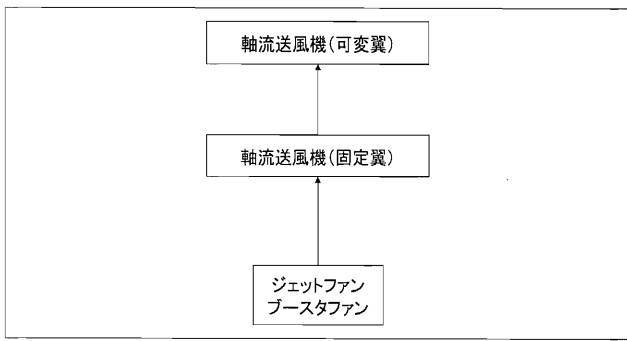


図-3 構造・機能に関するトンネル換気設備の分類例

土木機械設備の規模が大きくなると、力学上の課題（材料力学、流体力学等）、運転制御システムの課題、製作・据付けにおける精度管理・強度管理等の課題が発生する。

このような技術的観点から反映した規模の指標としては、例えば揚排水ポンプ設備については主ポンプ1台当り吐出量（m³/s）を挙げている。

(b) 点検に関する技術力

点検は、設備の劣化、損傷の有無を確認、予測し、必要に応じて部品等の交換、調整を行い、良好な状態に保つものである。

さらに、点検の結果に応じて、経過観察、修繕、改造等の措置を計画し、管理者が所要の措置をとることによって、不測の事態を未然に防ぐなど、土木機械設備の機能を長期間にわたって維持し、信頼性を確保するうえで、最も重要なものである。

点検は、目視、触診、計測等を通じて土木機械設備の状況を把握する作業と、個々の状況が土木機械設備全体に及ぼす影響等に基づいて土木機械設備の状況を評価し、所要の措置を提案する業務で構成される。

このため、土木機械設備の構成を理解して、高度な技術的判断を遂行する技術力が必要である。

(c) 施工企業に求められる技術力

①新設工事及び更新工事

新設工事では、設備全体を示された設計条件を満足するように設計、製作、据付けを行うため、同じ形式・構造の機械設備であれば、過去に同様な機械設備の工事実績や経験を有するのであれば、過去の工事実績や経験から2倍の規模のものまでは、力学的には2倍程度の範囲に収まることから、保有技術の延長（外挿）として、工事を遂行できる。

このため、同種工事については、1/2 規模以上の実績を有するのであれば当該工事を施工できる技術力を有するものとする。

類似工事については、同種工事と比較して形式・構造が高度となっているため、形式・構造の異なる

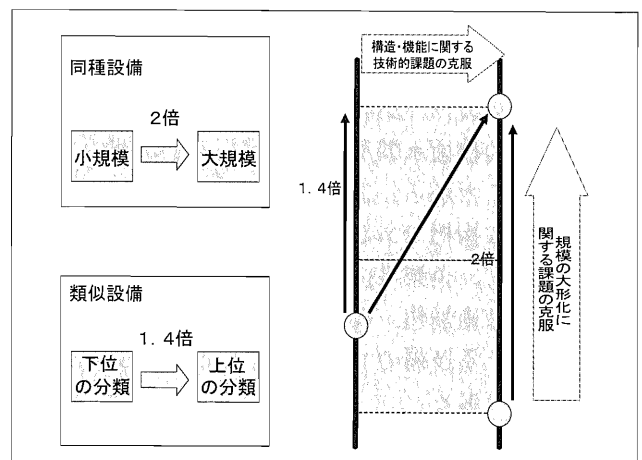


図-4 「同種」「類似」の考え方

ことによる技術的課題と規模が大きくなることによる技術的課題を解決する必要があることから、類似工事は、1/1.4 規模以上の実績を有することで当該工事を施工できる技術力を有するとみなす。

②改造工事及び修繕工事

既設部分に関する外形的情報に加え、既設部分の設計思想、根拠となったシミュレーション、技術的ノウハウ等に関する情報を有し、これらを理解しなければ確実な施工が期待できない。

また、当該設備を施工した企業が存続しない場合は、完成図書として記録された情報を基に、記録されていない設計思想、根拠となったシミュレーション、技術ノウハウ等を推定し、理解したうえで実施する必要がある。

このため、構造・機能や規模に関する技術課題を克服できる企業として、当該設備と同種、同規模以上に相当する技術力を有することが必要となる。

③点 検

土木機械設備の点検に関しては、土木機械設備の構成を理解するとともに、構成要素の状況を的確に察知する技術力、さらには土木機械設備全体に照らして所要の措置を提案するため、建設コンサルタント業務を遂行できる技術力を有していることが求められる。

(d) 企業の技術力

企業の技術力は、蓄積されている技術的知識・知見と土木機械設備を製作することができる工場設備によって表すことができる。

技術的知識・知見は、文書などによって代表される形式知と技術者・技能者が保有する暗黙知とによって構成される。

土木機械設備工事では、工場製作による部分が大きなウェイトを占めることから工場の生産設備は、企業

の技術力の評価に大きな影響を及ぼす。

工場ですれまで製作経験がない場合には、保有する知見によって製作作業を監理することになるが、経験と監理対象の技術水準が大きく異なると管理できない恐れがあることから、工場設備の規模（施工実績の規模）も重要な指標である。

したがって、企業の技術力は、生産設備、文書等に記録された技術情報、技術者の経験やノウハウとして保有されている技術力（暗黙知）などが相まって発揮されるものである。

これらを定量的に評価することは困難であるが、施工実績（良好な施工を完遂した土木機械設備）をもって、当該土木機械設備を施工できる技術力があると証明できる。

しかし、企業の統廃合等があった場合は、施工実績の基礎となる技術力が継承されていない場合が想定されるため、当該技術力の継承について確認する必要がある。技術力の継承の確認に当たっては、土木機械設備ごとに、次の事項を確認する必要がある。

①工場設備

土木機械設備の製作に必要となる主要工作機械設備、組立て設備等を列記し、それらが継承されていること、又は、保有していること。

②技術文書

土木機械設備の施工に必要な技術情報、シミュレーションプログラム、特許等を列記し、それらが継承されていること。

③技術者

土木機械設備の施工に当たって中心的役割を果たした技術者、又は当該工事において当該技術者とともに業務を実施したなどにより、当該技術者から技術移転を受けた技術者が継承されていること。

（6） 施工体制

（a） 工 事

土木機械設備工事は、施工企業の工場内における製作と工事現場における据付けに分けられる。

各構成機器の機能・性能を適切に確保するため、所要の技術力確保、工場製作・据付け工事の安全性の観点から、適正な施工技術の確保等、十分な施工体制を整備する。

なお、現場代理人が技術者を兼ねる場合は、技術者に必要な資格等を義務化したものとする。

（b） 点 検

①施工体制

設備の機能を長期にわたり維持し、信頼性を確保することを目的として、土木機械設備の状況を定量的に測定・計測及びそれらの変化状況並びに不具合箇所を調査・発見・記録し、機器の調整、給油、小規模な部品の取替え等を実施する。

そのほか、点検終了後、個々の土木機械設備に最適な運用計画の立案や機器の更新・修繕計画などを立案する高度な専門知識を必要とするため、管理技術者、照査技術者を選任した施工体制とする。

②施工計画

点検に際して、個々の土木機械設備に設定された点検項目、点検内容等を確実に実施する施工計画を作成する。

4. おわりに

土木機械設備は、洪水防御、流水の正常な機能の維持、浸水被害の防止、交通安全や快適な通行等に必要なものであり、土木施設に求められる能動的な機能を実行する重要な社会資本である。

地方整備局としても、当委員会の検討結果を踏まえ、技術に基づく公正な競争を促進し、土木機械設備の品質及び信頼性の確保を図っていく所存である。JICMA

【筆者紹介】

森下 博之（もりした ひろゆき）
国土交通省
関東地方整備局
企画部
施工企画課長

品質確保および向上についての取組み

稲村 雄三

公共工事の品質確保の促進に関する法律において、「価格と品質が総合的に優れた内容の調達」が謳われており、企業はその対応を確実に行っていく必要がある。「優れた内容」は一夜にして作りあげることではできず、企業の日常的なノウハウの蓄積により達成できる。

本報文では前田建設工業株式会社が品質確保・向上を目的としている「着手時施工検討会」「施工管理表」「改善活動」「不具合・是正・予防処置データベース」「土木作業所フォーラム」などの仕組みを紹介する。

キーワード：品質保証，着手時施工検討，施工管理，改善活動，不具合・是正・予防処置，仕組み

1. はじめに

公共工事の品質確保の促進に関する法律制定により、ますます競争的参加企業の「技術提案力」が求められている。技術提案の内容が「一般的な工事」から「高度な技術提案を行う工事」になるに従い、その企業の総合力が問われてきている。その総合力の根幹をなすのは、企業の品質保証の仕組みの充実度である。

前田建設工業株式会社（以下、当社）の品質保証の仕組みは、1983年にTQMを導入し1989年のデミング賞に挑戦する過程でおよそ現在の仕組みに整えられた。現在も、「良い仕事をして顧客の信頼を得る」と言う創業理念を品質保証の機軸に据え、理念に恥じることの無いよう日々品質、技術、品質保証の仕組みの維持・改善に努めている。

本報文はその一端を紹介するものであるが、各社で一般的に行われている品質マネジメントシステムの紹介を割愛し、当社として特徴的であると自認している内容を紹介する。

2. 建設業の特徴（製造業との比較）

建設業の特徴を「品質保証」の切口で見ると、およそ以下のように表される。

- ①個別受注による一品生産であり、同一の設計が繰返えされることはまれである。
- ②生産場所が常に一定でなく、製品ごとにその建設現場が変わる。

③設計と施工が分離されて発注されることが多く、設計者、施工会社、協力会社の組合せも流動的である。

建設業は、製造工場と比較すると、生産ライン（建設現場）が一定せず、従業員（元請・協力会社）も製品（建造物の種類、その規模も含め）も都度変わる中で品質を確保して行かねばならないと言う難しい点を担っている。

したがって、これらに留意して品質保証するとなると、環境・条件に左右されずに安定的に品質を確保できる仕組みの構築、その仕組みを動かす、また直接的に品質を作り上げる人材の確保・育成が重要となる。

3. 品質保証と品質保証の仕組み

建造物は、建設後長期にわたってその機能を保持することによって、優良な社会資本として評価される。

保証とは、建造物の機能を保持するための各品質要素の確保を責任を持って請け負うことであり、失敗すれば何らかの形で償いをするのである。したがって、企業は失敗が発生しない活動、むしろ積極的に満足を得られる活動が重要である。

企業は品質を保証できることを確認するため検査を実施し、間違いのないものを納める。しかし、検査のみでは効率の良い建造物造りの仕組みとは言えず、検査に至るまでの工程（プロセス）で品質をつくり込むことが重要になる。

また、建設業は製造業と違い試作品やラインのテスト運転は出来ず、現地と設計図を整合させながら一発で完成品を積上げていくため、やり直しは難しく工事

期間中や工事完成後に予想される不具合をあらかじめ防止（未然防止）する対策を採ることが重要である。

当社は、TQM 導入以来工程で品質を作込む仕組みづくりを、また全国同一の仕組みで運用できるよう仕組みの統一化を下記の事項を重点に構築してきた。構築と言っても、筋道に沿って一直線にきたのではなく、三現主義を基本に「改善」「改善」の繰返しでここまで辿り着いたという状況である。

- ①各組織間で途切れることなく、かつ各組織が責任を持って業務を遂行するための主要業務の充実
- ②全社のノウハウを注込み、予想される不具合の未然防止策を検討するための検討会の仕組みの充実
- ③施工に役立つ情報を素早く、かつ必要なところへ伝達するためのフィードバックの仕組みの充実

4. 主な仕組みの紹介

品質確保するうえで重点としている活動の中で、図-1に示している主な仕組みを以下に紹介する。

(1) 着手時施工検討会

着手時の施工検討について、当社の規則で次のように明記している。

「新規に受注した工事について、着手前に潜在する問題点を顕在化させ対策を検討し、不具合の未然防止及び当社保有技術の水平展開を図る一連の活動を着手時施工検討といい、検討結果を総合的に確認する会議

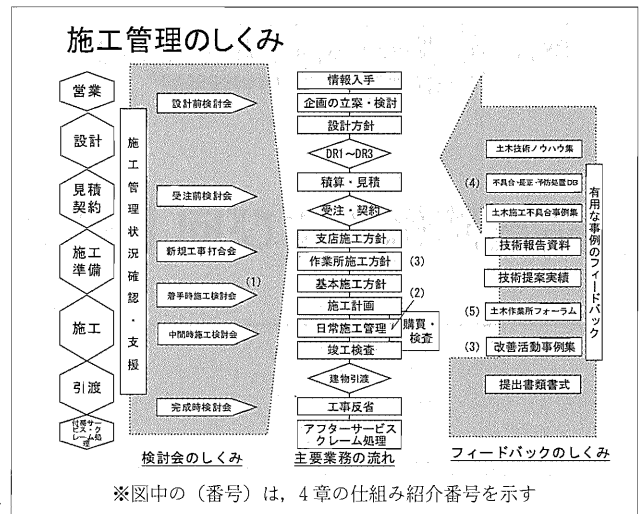


図-1 施工管理の仕組み

体を着手時施工検討会（略称「DR4」という）。

着手時施工検討会は、現場・支店・本店が一体となって取組み課題を決めて活動することを目的に、工事受注後 30 日以内に支店土木部長の召集で開催される。メンバーは作業所配属者、土木部など直接的に工事に関係する者のほか、安全、環境、購買、品質管理の担当者、同種工事の経験者、必要に応じて本店関係者である。本店の者が出席する基準は以下の通りとしている。

- 施工条件が困難又は特殊な工事
- 新工法・新技術の採用の必要性があり、検討を要する工事
- 施工例の少ない工法、技術による工事

プロセス・フロー		管理項目		検査項目		管理・検査項目の確認手順			管理資料	処置	
工程名	単位工程	管理特性/確認項目	管理水準/判断基準	検査項目	合格判定基準	方法	時期	頻度	標準図書	記録	処置
シールド建造工	セグメント受入検査			仕様・寸法・数量	注文書と同じ	納品書との照合	受入時	都度	鋼製セグメント製作要領書	鋼製セグメント受入検査記録	返品(荷卸しせず返却)
	縦筋管理	縦筋(水平)のズレ	鉛直量 左右50mm以内			基準線量(トランシット)	施工日 施工完了後	片番1回	〇〇県土木工事現場仕様書	シールド測量成果表	水平鉛直修正
		縦筋(垂直)のズレ	鉛直変位±50mm以内				レベル測量	施工日 施工完了後	片番1回	〇〇県土木工事現場仕様書	シールド測量成果表
	1次覆工出材検査			鉛直変位	基準高さ±100m以内	レベル測量	都度	50mごと	特種仕様書 施工計画書	一次覆工鉛直変位測定結果一覧表	発注者と協議
セグメントシールド施工	材料施工	形状・防塵は妨がれ・発生		水平変位	中心線左右100m以内	基準線量(トランシット)	都度	50mごと	特種仕様書 施工計画書	一次覆工	発注者と協議
										水平変位測定結果一覧表	鉛直と協議
セグメント管理	泥水比重管理	泥水比重 泥水粘性	比重 1.15~1.25 粘性 24秒~34秒			目視	施工日	1回	施工計画書	シールド材チェックシート	使用せず シールド貼り直し
						泥水比重測定 ファンネル粘性測定	施工日	作閉時	施工計画書	泥水チェックシート	泥水の再調整

保管：作業所にて発注時毎に保管する。

図-2 施工管理表（抜粋）

- ・契約上の工期が厳しい工事
- ・その他、支店土木部長が必要と判断した工事

すなわち、高度な技術提案が求められる場合などは本店の技術部門、研究部門などの全社的なノウハウを集約・蓄積している者が出席するようにしている。

品質確保法では、工事受注前に高度な技術提案が求められるのでこのようなメンバーでの検討は受注前にも開催されることになる。

さて、この会において、所定の帳票「着手時施工検討会検討書」に従い、以下の検討を行っている。

- ・品質、原価、工期、安全、環境の機能毎に重要課題を設定及び検討
- ・施工上の問題点の抽出と対策の立案
- ・作業所施工方針の決定
- ・品質計画の検討
- ・現地確認

また、検討会の結果は品質計画書（施工計画書）に反映させ、継続検討事項については「DR（継続検討項目解決）フォローアップシート」にまとめ、支店土木部が月次で確認、フォローしている。

(2) 施工管理表

施工管理表は、工程で品質をつくり込むために用いている管理ツールである。図-2に施工管理表の一例を抜粋して示す。

プロセスフローには各工種と単位工程を記し、単位工程毎に管理項目、検査項目を明らかにする。管理項目、検査項目のそれぞれについて確認手順、標準図書と管理資料・記録を示し、どの基準に基づいて管理するのかなどを明記する。

日常的に管理項目の内容を管理することにより、検査時には基準値を満足するようにする。

施工管理表は各種工事のものが作成されており、当該作業所の条件に合わせて修正して使用している。

(3) 予想される不具合に対する未然防止の活動

作業所における主要業務は、安全に品質の良いものを、地域環境を含め環境に配慮し、安く仕上げることである。そのために作業所において着手時に作業所施工方針とその作業所の最重点とする課題について、未然防止の観点からそれらをあらかじめ解決するための改善活動を行っている。図-3にある作業所の一事例を示す。

この作業所においては、作業所の重点品質目標に、

- ・高強度コンクリートの品質管理
- ・マスコンクリートの施工管理



図-3 改善活動事例の一例

- ・寒中コンクリートの温度管理
- などを掲げている。

図-3は「マスコンクリートの施工管理」について改善事例を発表したもの抜粋である。マスコンクリートによるひび割れを防止するため、様々な事前検討を行い対応策を採った事例である。

このような改善事例は、改善活動事例集としてとりまとめられ、類似工事に反映させる。また、各支店では改善事例の発表会（QC発表会）を行っており、さらに全社的な改善事例の発表機会として毎年「品質・技術発表会」を2日間にわたり開催している。

(4) 不具合・是正・予防処置データベース

施工には各レベルの「手戻り・手直し」が発生する。当社はそれらを不具合・是正・予防処置データベースで一括管理し、仕組みの改善に活かしている。

例えば、TQM 導入当時から不具合を顕在化させ、再発防止に取り組んできた。それら情報を「土木施工不具合事例集」やさらに発展させた「土木技術ノウハウ集」などに再発防止のためのツールとして活かしてきた。情報をいち早く発信し、同様な不具合を防ぐため作業所などに不具合をデータベースに登録してもらい活用している(図-6)。

作業所などで入力した情報は全国で閲覧できるほか、本店土木部長に伝達され、「注意喚起不具合」に認定されたものは全社的に展開するようにしている。

平成 17 年度は、現在のところ品質、環境、労働安全の総数で約 500 件の登録である。

それぞれの不具合(予想されるものも含む)については、

- ・発生させた工程
- ・発見すべき工程
- ・発見した工程

を明らかにし、その工程ステップの仕組みの弱点を解析し、仕組みの改善に繋げている。

(5) 土木作業所フォーラム

工事に際しては現場、現場で条件が異なり、全社的な英知を集めて対策を検討する必要のある場合がある。

本・支店の支援を得るまでも無いような簡易な課題に対して全国の経験を入手すべく「土木作業所フォーラム」という窓口が本店土木部のホームページに設置され、課題解決に活用されている。

図-7、図-8 に土木作業所フォーラムの画面例を示す。

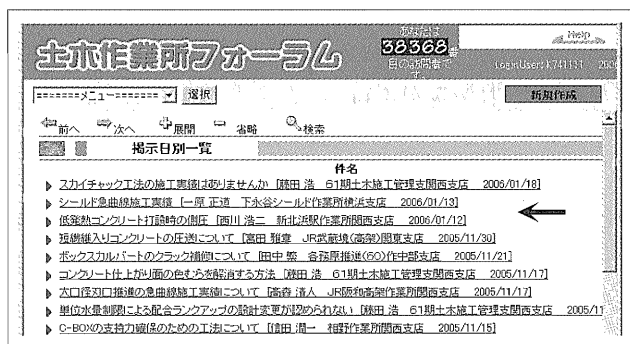


図-7 土木作業所フォーラムへの掲示例

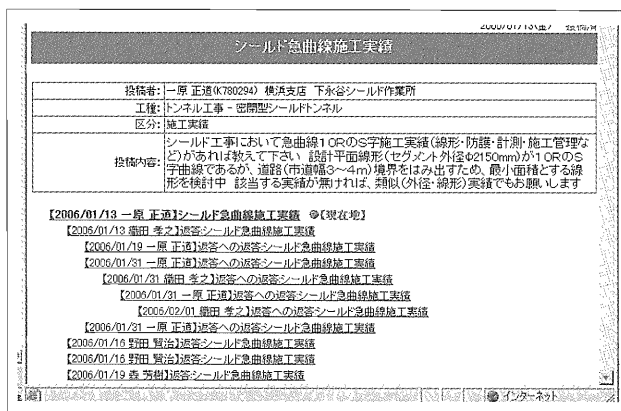


図-8 質問への回答例

図-7 は各作業所からの質問事項の一覧を示している。一例として、質問と回答の状況を図-8 に示している。それぞれの回答表題をクリックすると内容を見ることが出来る。これらのやりとりにより必要な情報を素早く得ることができ、技術のフィードバックの仕組みとして運用しているところである。

5. まとめ

前田建設工業株式会社のいくつかの事例を紹介してきたが、全てが順調に運用されているとは思っていない。当社は「良い仕事をして顧客の信頼を得る」と言う創業理念を掲げ、その達成に向けて TQM を導入し、品質マネジメントシステムを導入した。しかし、ISO9001 の認証取得以来、とすればシステムの維持にのみ目がとどまり、本来の目的を軽視してきたのではないかと反省している。

当社は昨年より企業の社会的責任、CSR (Corporate Social Responsibility) の強化を掲げ推進している。CSR の推進にはお客さま、従業員、ビジネスパートナー、地域社会などの満足度を高めるべく双方向のコミュニケーションが大切であると思っている。そのためにはしっかりと足元を見つめ、ひとつひとつ具体的に改善することが重要である。 J|C|M|A

【筆者紹介】

稲村 雄三 (いなむら ゆうぞう)
前田建設工業株式会社
システム管理部長



ITを活用したコンクリートの品質管理システム

太田 達見・西田 朗・山崎 庸行

建設現場におけるコンクリートの品質管理に対する信頼性を向上させるとともに、コンクリートの品質変動に応じた実施工にリアルタイムで対応できるようにした品質管理システムを構築した。このシステムはIT（情報技術）を活用し、建設現場におけるコンクリートの受入れ検査や圧縮強度試験の際に生じる数多くのデータを、正確にかつ迅速に処理するものである。本システムによって、コンクリートの打込み数量が多い、あるいはコンクリートの種類が多岐にわたる建設現場において、より高度で効率的な品質管理が可能になった。

キーワード：IT、コンクリート、品質管理、受入れ検査、フレッシュ性状、圧縮強度、リアルタイム

1. はじめに

建設現場において、コンクリートの品質管理は、通常、フレッシュコンクリートに対しては打込み前に受入れ検査が、打ち込まれたコンクリート（構造体コンクリート）に対しては定められた材齢において圧縮強度試験が行われ、各々所要の性能を満足していることが確認される。これらの品質管理は、高品質なコンクリート構造躯体を構築するうえで不可欠な要素である。

しかし、直近、構造躯体に対する信頼性を脅かすような事件が起き、建設現場においては、今後より高度な品質管理が要求されると予想される。そのためにも、建設現場でのこうした検査・試験結果の「信憑性」あるいは「透明性」は確実に保たれるようにしなければならない。

その一方で、こうした受入れ検査からコンクリートの品質変動を把握するのに時間がかかれば、打込み・締固め、仕上げ、さらには打込み後で最も重要な工程の一つである養生といった一連の作業にも影響が及ぶ。したがって、受入れ検査でコンクリートの品質変動を的確にかつ迅速に捉え、それを実施工にいかんにかつ反映させるかが、高品質なコンクリート構造躯体を構築するうえで技術的な課題となっている。

さらに、ここ数年首都圏を中心として、高層集合住宅の建設に高強度コンクリートが採用される例が増えてきた。一般に、高強度コンクリートは、細骨材の表面水率、混和剤（高性能 AE 減水剤）添加率ならびにコンクリートの輸送時間などによってフレッシュ性状

が変動しやすいこともあり、JASS 5¹⁾によれば、受入れ検査の頻度や圧縮強度試験用供試体の数が普通強度コンクリートの場合よりも多くなっている。そのため、高強度コンクリートを採用した建設現場では、これら受入れ検査や圧縮強度試験をいかに合理的に行うかも検討課題になっている。

このような背景から、建設現場での受入れ検査や圧縮強度試験を合理化・高度化し、検査・試験結果を正確に把握したうえで、実施工にリアルタイムに反映させる手法（ITを活用したコンクリートの品質管理システム）を構築し、実際の鉄筋コンクリート造高層集合住宅の建設現場に適用した。本報文では、その概要を紹介する。

2. 品質管理システムの概要

今回構築したITを活用したコンクリートの品質管理システムは、図—1に示すような構成になっている。すなわち、本システムは、

- ①建設現場での受入れ検査や圧縮強度試験を合理化・高度化するための機器
- ②検査・試験結果を正確に、かつ迅速に記録・管理するためのソフト
- ③社内関係者による品質管理データの共有化をなすインターネット関連機器

からなる。

これら機器類を以下に具体的に示す。

①については、受入れ検査に用いるデジタル表示式のスランプメータ、ノギスならびにエアメータ、さら

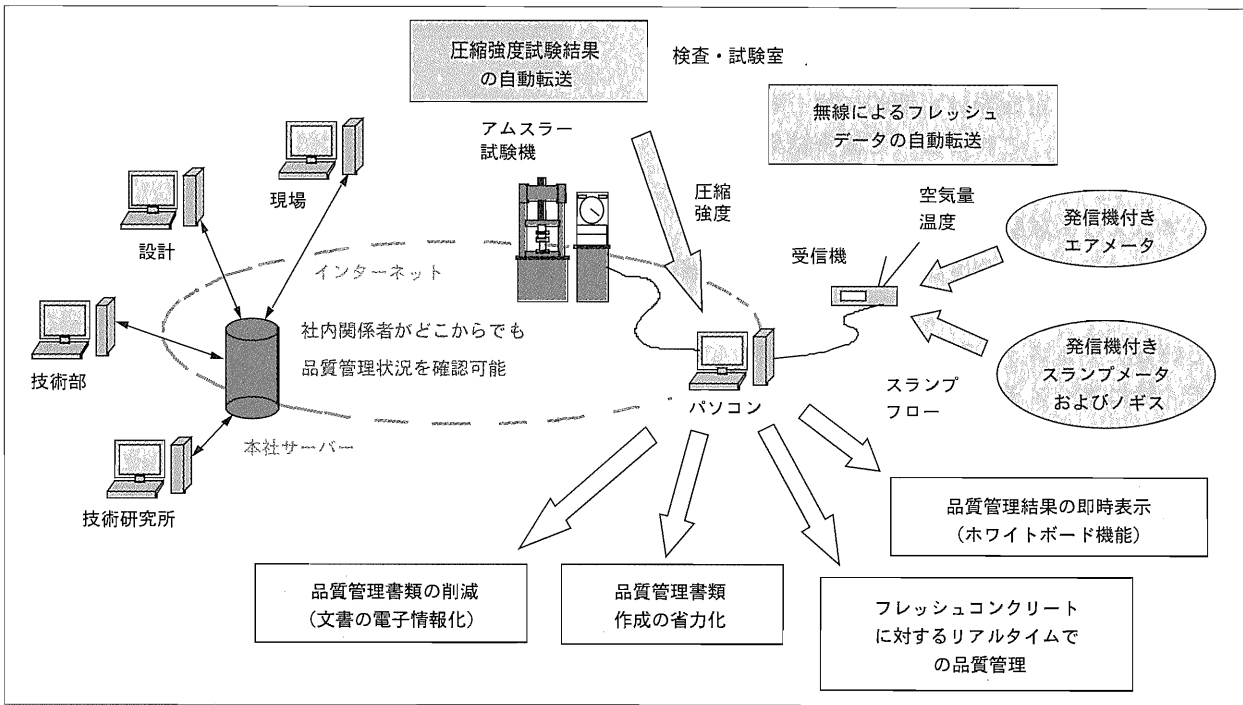


図-1 ITを活用したコンクリート品質管理システムの概要

には圧縮強度試験用のアムスラー試験機。

②については、検査・試験結果を「ホワイトボード」形式で直接モニタ画面に表示させるソフト、および受入れ検査結果から品質変動を直ちに表示させるソフト。

③については、これら品質管理データのセキュリティを保ちつつ情報共有化を図るパソコンおよび社内にて設けたサーバ、ならびに検査・試験状況を遠隔操作で確認できるビデオカメラ。

3. 品質管理システムの特徴

(1) 検査・試験用機器

(a) 受入れ検査用デジタル表示式のスランプメータ、ノギスおよびエアメータ

一般に、建設現場におけるコンクリートの受入れ検査は、

- ・スランプあるいはスランプフロー
- ・空気量
- ・塩化物量
- ・コンクリート温度

の4項目について実施されるが、本システムでは、写真-1 および写真-2 に示すような発信機付きの測定機器（スランプメータ、ノギスおよびエアメータ；いずれもデジタル表示式）を用いている。

受入れ検査において、それぞれの検査結果が確定した時点で各機器付属のデータ発信ボタンを押すと、検査結果が受信機を通じてパソコンに転送される。本シ



写真-1 発信機付きデジタル表示式ノギスおよびスランプメータによる受入れ検査実施状況

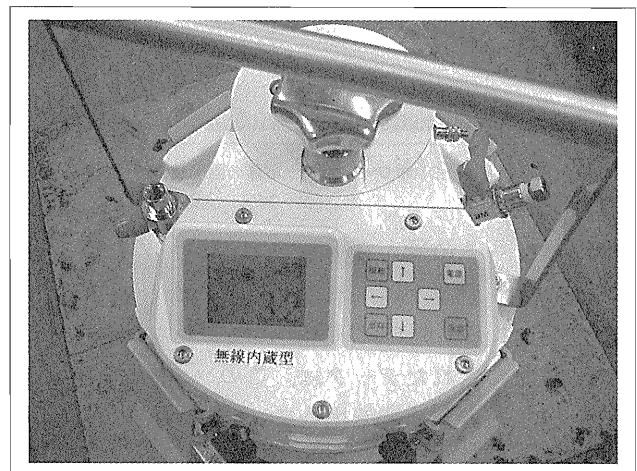


写真-2 発信機付きデジタルエアメータ

システムで採用した発信機では、10 m 程度の範囲までデータ転送が可能である。

なお、これらの測定機器は定期的に第三者機関による検定を受けており、これによって検査結果の公正さを確認している。

(b) アムスラー試験機

本システムでは、圧縮強度試験を行う際に、試験結果が直接パソコンに転送される機能を有する試験機を採用している。アムスラー試験機自体は一般的な仕様のもので、特に本システム用に改造してはいない。

(2) 品質管理用ソフト

(a) 検査・試験結果表示用ホワイトボード機能ソフト

一般に、建設現場におけるコンクリートの受入れ検査や圧縮強度試験を行う際には、品質管理担当者（あるいは現場係員）が立ち会って、その状況を写真として記録し保管する。

写真を撮るにあたっては、ホワイトボードにそれぞれの結果（日付、数値など）を記し、それを手に持って写真に写す。しかし、時に検査・試験結果を誤記し、それに気づかず写真を撮ることもある。

こうした誤記入を防ぎ、検査・試験結果の「信憑性」あるいは「透明性」を確保するため、検査・試験結果がホワイトボードを模倣したモニタ画面に直接表示される（以下、「ホワイトボード機能」と称す）ソフト（写真-3）を新たに開発した。



写真-3 ホワイトボード機能の画面表示

コンクリートの受入れ検査で、このホワイトボード機能ソフトを立ち上げておけば、それぞれの検査データが転送されると同時に画面上に映しだされる。また、これら映しだされたデータは、このソフトに設けてある「データ転送」機能を用いて、後述の品質管理用ソフトに転送される。

このホワイトボード機能ソフトは、前述した発信機

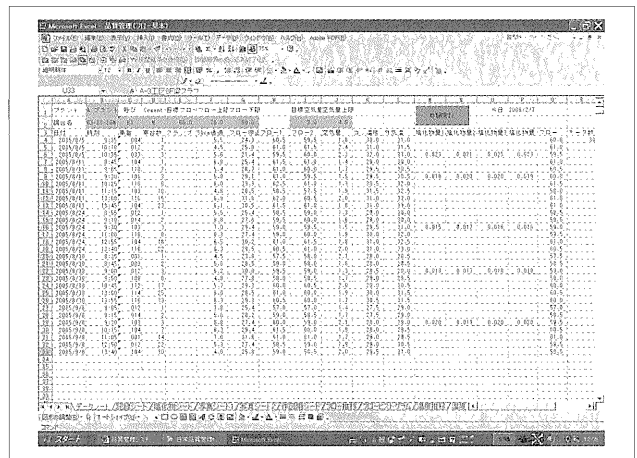


図-2 Excelのマクロ機能による品質管理用データシート

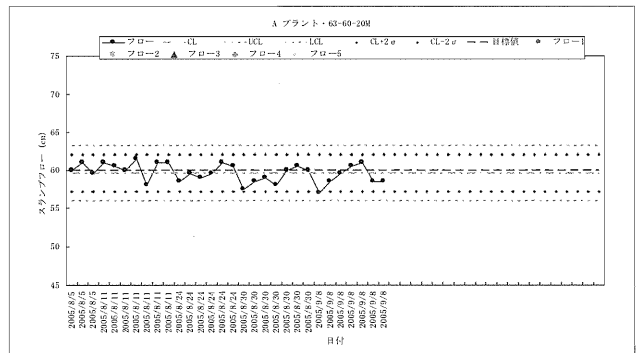


図-3 スランプフローの推移 (例)

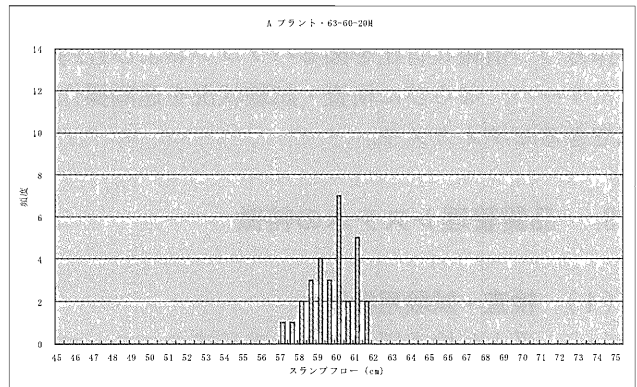


図-4 スランプフローの推移 (例)

プラント	深心尺	打込み場所	日付	試験時刻	スラ	スランプフロー				塩化物	171-1	外気温	塩化物検出率			試験	備考	
						20cm	1	2	平均				1	2	3			平均
A プラント	30M	A-17C1	2005/8/8	1	601	8.35	4.5	37.8	37.5	38.0	37.5	3.1	28.0	0.013	0.017	0.018	0.013	1.1
				2	1003	8.45	2.5	28.5	29.0	28.0	28.5	1.6	28.0	0.013	0.017	0.018	0.013	1.2
				3	1012	9.00	6.5	38.0	39.5	39.0	39.0	1.3	28.5	0.013	0.017	0.018	0.013	1.1
				4	1028	9.50	4.8	37.0	38.0	38.5	38.0	1.7	29.0	0.013	0.017	0.018	0.013	1.2
				11	1152	10.45	1.7	29.3	40.0	40.5	39.0	3.4	28.0	0.013	0.017	0.018	0.013	1.1
				12	1111	11.00	6.0	28.5	41.0	40.0	40.5	3.9	30.0	0.013	0.017	0.018	0.013	1.1
				13	1116	11.55	6.3	29.3	40.5	40.0	40.0	1.7	30.5	0.013	0.017	0.018	0.013	1.1

図-5 試験結果一覧表 (例)

付きのスランプメータ、ノギスあるいはエアメータから発信されたデータを受信機で受け、それを直接表示するものである。

(b) 品質管理用ソフト

コンクリートの受入れ検査における品質管理用ソフトは、Excelのマクロ機能によるものである。本ソフト(Excel)のデータシートは、

- ①受入れ検査データシート(図一2)
- ②作図実行処理用シート
- ③品質変動グラフ(図一3)
- ④品質統計グラフ(ヒストグラム; 図一4)
- ④試験結果一覧表(図一5)
- ⑤塩化物量試験成績書
- ⑥受入れ検査写真貼付けシート

から構成される。

一方、打ち込まれたコンクリートの圧縮強度については、市販の品質管理用ソフトと上述の((a), (b)で示した)品質管理用ソフトの圧縮強度版を組み合わせ使用している。

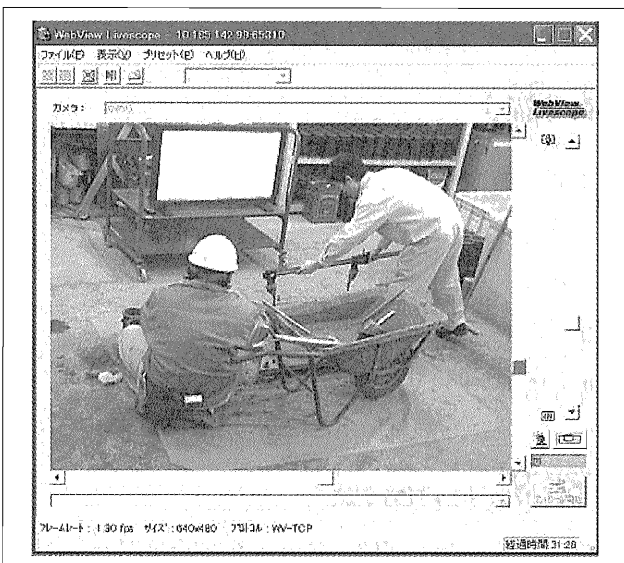
(3) 情報共有化用機器

(a) パソコン

本システムでは、各測定機器から送信された検査データを受ける受信機のケーブルが接続可能なパソコン(市販のノート型)を用いている。

(b) 社内サーバ

建設現場における受入れ検査や圧縮強度試験結果などの品質管理データは、上記パソコンから社内にて設けたサーバに転送され、このサーバに対してアクセス権を有する社内関係者のみが閲覧・確認することができる。



写真一4 受入れ検査のウェブビデオ映像

(c) ウェブビデオ

建設現場での受入れ検査や圧縮強度試験の状況は、インターネットを通じて遠隔操作が可能なビデオカメラを通じて、社内関係者のみが常時確認でき(写真一4)、状況に応じては試験員に指示できるようになっている。

4. 本品質管理システムによるメリット

上述のような品質管理システムを構築したことによって、次に示すようなメリットが得られた。

(1) リアルタイムでの品質管理

受入れ検査結果からコンクリートの品質変動がリアルタイムで把握できるため、その結果をコンクリートの製造、打込みや締固めといった実施工に直ちにフィードバックさせることができる。

図一3に示したように、コンクリートの品質変動がグラフとして表示されるため、その状態に応じてコンクリート工場に対して是正措置を求めたり、打込みや締固めにおける注意事項を現場係員に指示することができる。これによって、より高品質なコンクリート躯体が構築できるようになる。

(2) 品質管理の効率化・高度化

受入れ検査結果や圧縮強度試験結果をパソコンに手入力することがなくなるため、検査・試験結果に対する信頼性が大幅に向上するうえ、省力化、効率化を図ることができる。

本システムの採用によって、基本的に建設現場での試験員はシステムの操作ができる1名で十分対応可能である。

(3) 品質管理情報の共有化

社内関係者は、パソコンさえあれば、本社に設けたサーバを通じて本システムによる建設現場における品質管理情報をどこからでも得ることができる。

また、受入れ検査や圧縮強度試験の状況もウェブビデオによって離れた場所から確認することができるため、社内関係者が試験員に対して具体的に指示することも容易になる。

(4) 品質管理に関する文書量の削減

品質管理に関する書類を電子情報化することによって、保存する文書量を大幅に削減することができる。基本的に、受入れ検査データや圧縮強度試験データは

Excel形式で保存されるため、必要以外の情報は書類として残さずにすむ。

これらの品質管理データに関しては、日々の検査や試験が終了するごとにバックアップを取り、データの誤消去を防ぐ対策を講じている。

5. おわりに

本品質管理システムは、今回、国土交通大臣の認定を得た高強度コンクリートを施工する鉄筋コンクリート造高層集合住宅の建設現場に適用したが、普通強度コンクリートを採用した一般の建設工事にも適用可能である。また、発電所やダムなどコンクリートの施工数量が膨大な工事、山間部など遠隔地での工事、コンクリートの種類が多岐にわたる工事などに適用した場合には、より効果を発揮するものと考えられる。

今後も、本品質管理システムを可能な限り活用してより高度な品質管理を実践し、社会から信頼されるコンクリート構造躯体の構築に努める所存である。

JCMA

《参考文献》

- 1) 日本建築学会：建築工事標準仕様書・同解説 JASS 5 鉄筋コンクリート工事，2003年

【筆者紹介】

太田 達見（おおた たつみ）
清水建設株式会社
技術研究所
生産技術開発センター
主任研究員



西田 朗（にしだ あきら）
清水建設株式会社
技術研究所
生産技術開発センター
主任研究員



山崎 庸行（やまざき のぶゆき）
清水建設株式会社
技術研究所
副所長



絵で見る安全マニュアル 〈建築工事編〉

本書は実際に発生した事故例を専門のマンガ家により、わかりやすく表現しています。新入社員の安全教育テキストとしてご活用下さい。

■要因と正しい作業例

- ・物動式クレーン
- ・電動工具
- ・油圧ショベル
- ・基礎工事用機械
- ・高所作業車
- ・貨物自動車

A5判 70頁 定価650円（消費税込） 送料270円

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8（機械振興会館） Tel. 03(3433)1501 Fax. 03(3432)0289

*special issue: quality surety on public works*特集 **品質確保**—公共工事の品質確保—

初期欠陥を未然に防ぐコンクリート施工性能評価システム

坂井 吾郎・新藤 竹文・前川 宏一

高品質かつ高耐久なコンクリート構造物の構築には、その構造物の構造・施工条件に適した施工性能を有するコンクリートを選定し、施工に起因する初期欠陥の発生をできるだけ抑えることが重要である。著者らは、初期欠陥を未然に防ぐための方策として、構造・施工条件とコンクリートの施工性能の関係を明らかにし、初期欠陥の発生をリスクとして評価可能なコンクリート施工性能評価システムの構築に取り組んでいる。

本報文では、コンクリート施工における問題点を整理するとともに、それらを踏まえたコンクリート施工性能評価システムについて、その概要を報告する。

キーワード：コンクリート施工，ワーカビリティ，スランプ，初期欠陥，施工性能，リスク評価

1. はじめに

戦後の社会資本整備においてコンクリートは重要な役割を担い、多くの構造物がコンクリートによって構築されてきた。特に、昭和30年代後半からの高度経済成長期においては、低コストであり、強度特性に優れ、適用範囲の広いコンクリートがまさに打ってつけの材料であり、コンクリートポンプの普及といった施工方法の革新と相まって、様々なコンクリート構造物が生み出されていった。

近年になり、こうした高度成長期に構築されたコンクリート構造物の劣化が予想以上に進んでいることが明らかとなるとともに、今後の少子高齢化が確実視される中で新規構造物への投資額が減少せざるを得ない状況にあることが多くの人々の知るところとなり、コンクリート構造物の耐久性への社会的関心が高まっている。

「とにかく造ることが最優先」とされた時代から、「品質の良いものを造り、長く使う」時代へと移りつつあり、コストについても「いくらで造れるか」だけではなく、「供用期間中の維持管理を含めてトータルでいくら必要か」というライフサイクルコストの観点から議論されるようになってきている。

コンクリート構造物の耐久性を確保するための基本は、「所定の耐久性能を満足するよう配合設計されたコンクリートを密実に打込む」ことにあるが、近年の施工においては、この「密実に打込む」ことが難しくなっ

てきており、ジャンカやコールドジョイントなど施工に起因する初期欠陥が多発している。

現在の施工では、耐震基準の見直しによる高密度配筋化やコンクリートポンプによる長距離圧送化などにより、従来よりも施工そのものが難しくなっている一方で、特に土木構造物におけるコンクリートの仕様は、スランプ8cm程度の硬練りのコンクリートが指定される場合が多い。

本来、コンクリートには構造物の形状や施工条件ごとに適切な流動性と材料分離抵抗性が存在するが、このコンクリートの施工性能が適切に評価されないままに施工が行われているのが現状であり、この施工条件の難度上昇とコンクリートの施工性能の乖離が初期欠陥多発の一因であると考えられる。

本報文では、特に土木構造における現状のコンクリート施工の問題点を整理したうえで、初期欠陥を未然に防ぐための手法構築の一環として取り組んでいるコンクリート施工性能評価技術について解説する¹⁾。

2. コンクリート施工の問題点

(1) コンクリート施工を取巻く社会環境の変化

コンクリートの打設方法は、1950年以前はバケットによる施工が主流であり、硬練りのコンクリートを十分な手間と時間を掛けて入念に締固めて施工することを基本とした。多くの事例報告^{2),3)}にもあるように、耐久性の高いコンクリート構造物が構築されていた。

1950年代以降、コンクリートの急激な需要増加と

大規模で急速な施工計画に対応すべく、ポンプ施工がコンクリート工事の主流となった。ポンプ施工への移行は、合理的な施工を実現するうえで多くの恩恵をもたらしたが、一方で、圧送負荷の低減などから軟練りコンクリートが多く使用されるなど、コンクリート構造物の耐久性低下の一因ともなってきた。さらに、近年においては熟練作業員の不足や良質骨材の枯渇によるコンクリート品質の低下などが加わり、ジャンカやコールドジョイントなどの施工自体に起因する初期欠陥が顕在化するようになってきている。

このような状況の中で岡村⁴⁾は、コンクリート構造物の信頼性向上を実現する締め固め不要のコンクリートの開発を提起した。1988年に具現化された自己充てんコンクリートは、作業員の熟練度に依存せずに高度の品質保証ができる革新的なものであり、現代の社会システムに最も適合したコンクリートといえるが、我が国のコスト構造、入札制度、品質に対する責任体制などが普及を阻んでおり、これら制度上の障壁の少ない欧州を中心に、世界的な展開が進んでいる。

また、現在では、高性能な混和剤の開発によって、耐久性や強度などの品質を低下させずに、スランプなどに代表されるコンクリートの施工性能を向上させることも技術的に十分に可能である。しかし、このような材料配合の改善による正攻法の対策は、高流動コンクリートと同様にコストの観点から採用されることが少ないのが現状である。

(2) コンクリート施工に関わる問題点の整理

コンクリート施工の現状を以下に整理する。

第一に製造時におけるスランプの変動因子として、骨材の表面水率しか考慮されていない点が挙げられる。

細骨材の粗粒率やコンクリート温度が変化すると、それに応じてスランプが変化する⁵⁾ことは良く知られている(図-1)。

本来は、これら各種要因の変動に応じて配合修正を行うことが必要と考えられるが、現状では、骨材の表

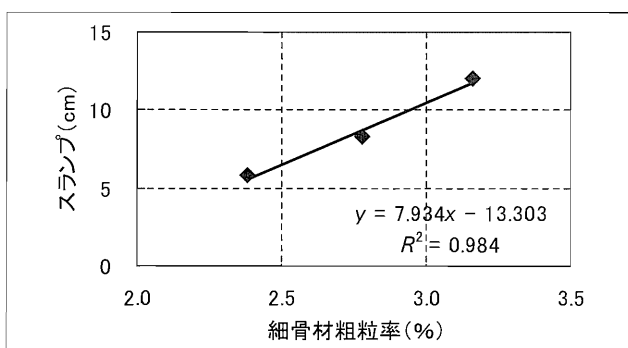


図-1 細骨材粗粒率とスランプの関係 (室内実験によるデータ)

面水率の補正のみしか行われておらず、その他の要因に対する補正は考慮されていないのが実状である。

第二に、試験練り時のスランプ設定に運搬・施工時のスランプロスが考慮されていない点が挙げられる。

フレッシュコンクリートの性状は、工場で製造されてから現場に到着して、さらに打設されるまでの間に変化し、その変化の程度は運搬時間や環境温度、ポンプ圧送条件などに大きく影響される(図-2)。

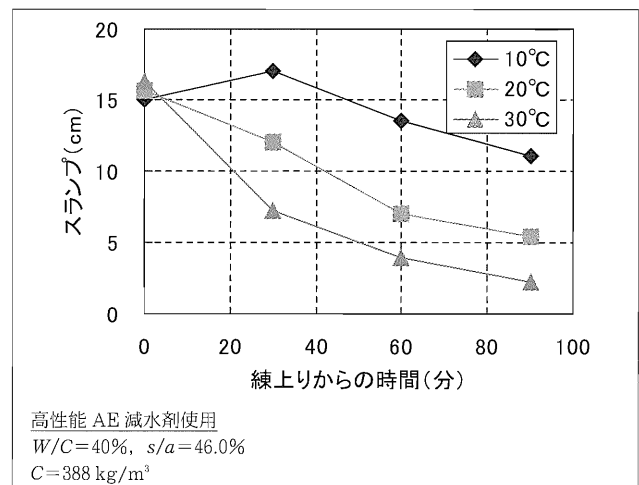


図-2 スランプの経時変化 (室内実験によるデータ)

したがって、強度と同様に、製造から打込みに至るまでのスランプの変化を事前に評価して配合を定めるべきであるが、現状の試験練りにおける目標スランプは実施工における荷降ろし時のスランプと同一として取扱われていることがほとんどであり、こうした運搬中のスランプの変化については考慮されていない。このため、工場では様々な手法によりスランプの調整を行っているのが実状であり、中には「骨材の表面水率の調整」という名のもとに一種の加水行為が行われる場合もある。

第三に、現場到着時の受入検査で品質管理の範囲内にあるものは、規格上、施工性能が同じであるとして扱われている点が挙げられる。

コンクリートの製造時には前述したような各種要因の変動によるスランプの変化が生じるため、品質管理のうえではスランプにばらつきが考慮されている。例えば目標スランプが8 cmのコンクリートでは、±2.5 cmの許容範囲が設けられており、この範囲内であれば、品質管理上は同一のコンクリートとして見なされる。

しかし、スランプが5.5 cmのコンクリートと8 cmのコンクリートでは明らかに施工性能は異なり、実際の施工段階ではスランプ8 cmでは施工可能であっても、スランプ5.5 cmでは施工困難となる場合が多々

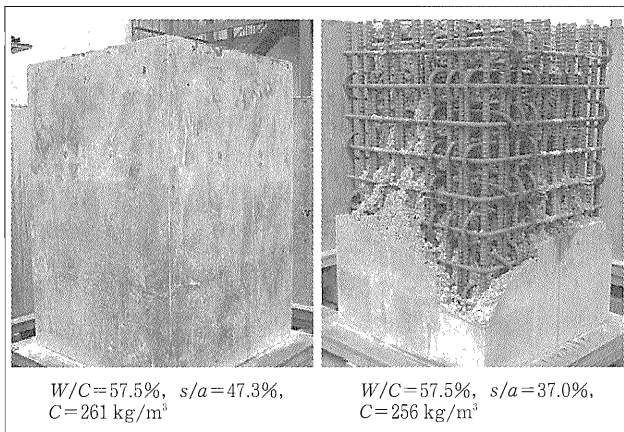
ある。そのため、施工者は自衛手段として最低でもスランプ 8 cm を確保するよう、いわゆる「上限発注」を行う場合がある。

この行為は、スランプの平均値を 10 cm 程度に設定することと等価であり、また、多くの場合は、この調整が単位水量のみによって行われるため、このように製造されたコンクリートが本来の材料分離抵抗性や耐久性を有していないことは言うまでもない。

よって、このような現状を回避するためには、強度設計と同様に、施工面でのばらつきも考慮したスランプの管理値を設定したうえで、それに応じた配合選定を行うことが必要である。

第四に、品質管理として汎用されているスランプ試験が、コンクリートの施工性能を的確に表現する指標として不完全である点が挙げられる。

同一スランプ値のコンクリートは、同一の施工性を有するものとして取扱われているが、スランプ値自体は施工性の一部を代表しているにすぎない。写真一1は、スランプ値が 8 cm と同一であり、粗骨材量が異なる 2 種類の配合条件のコンクリートを高密度に配筋された大型試験体に打設した時の状況を示したものであるが、同一スランプ値であっても配合条件によってコンクリートの充てん性には著しい違いのあることが確認される。



写真一1 大型試験体打設状況

熟練した技術者であれば、スランプ試験からスランプ値以外にも多くの情報を読み取り、それを配合選定に反映させることができるが、それらスランプ値以外の情報については数値化できておらず、コンクリートの施工性能を的確に表現するには至っていない。

第五に、施工性には寸法効果が存在する点が挙げられる。

室内試験における供試体や小規模の部材では、作業の労力や環境を整えやすいことから、施工性能の良否

によらず十分に締固めて密実な品質のコンクリートとすることが可能である。しかし、実構造レベルでは施工性能に適合しない施工性能のコンクリートを打設した場合、材料分離やジャンカやコールドジョイントなどの初期欠陥の発生リスクが拡大する。

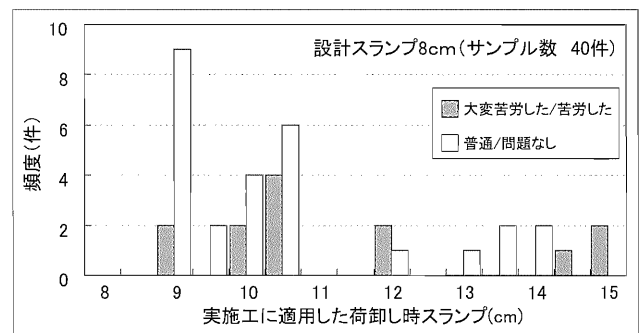
すなわち、実際の施工では、施工結果の良否におけるコンクリートの施工性能のウェイトが大きく、このことを考慮した配合選定が必要であるということである。

以上のような問題点を抱えながら、実際の現場では多大な労力と時間をかけて施工が行われている。最近では、コンクリート構造物の品質確保を目的に単位水量検査が実施されるようになってきたが、これも適切な施工性能を有する示方配合が選定されることを前提として実施されるべきものであろう。

3. コンクリート施工性能の定量評価

現在、コンクリートのワーカビリティはスランプ値のみで評価されているが、スランプ値のみではコンクリートの施工性能を的確に表現することができないことは前述のとおりである。前章で述べたコンクリート施工に関わる問題点の適正化を図るためには、対象構造物の構造・施工条件に適したコンクリートの施工性能を定量的な評価指標を持って示すことが必要であると考えられる。

図一3に、一般構造物の施工現場を対象にコンクリート施工に関するヒアリング調査を実施した結果¹⁾を示す。



図一3 コンクリート施工に関するヒアリング調査結果

図一3は、設計スランプ値である 8 cm では施工が困難であるため、仕様変更などを行って施工された事例の実際のスランプ値を示したものであり、中には設計より 5 cm 以上大きいスランプ値のコンクリートを打設している場合もあることが確認される。このような事態は、構造物の構造・施工条件とコンクリート施

工性能の関係が明確化され、定量的な評価指標が提示されていれば、設計の段階において回避できるものと考えられる。

構造物の構造・施工条件に対する適切なコンクリートの施工性能を定量的に評価するための取組みとして、図-4に示すような加振装置を設置した試験器を用いて、加振時におけるコンクリートの変形挙動を評価する手法が検討されている⁶⁾。

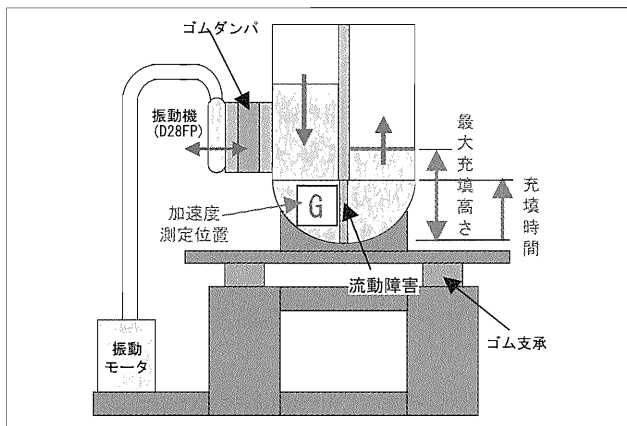


図-4 加振試験装置の概要図

図-5はその実験結果の一例であり、スランプ値を8cmと同一にして、配合および使用材料を変化させたコンクリートに振動を加え、コンクリートが一定の高さまで充てんするのに要した時間を示したものである。

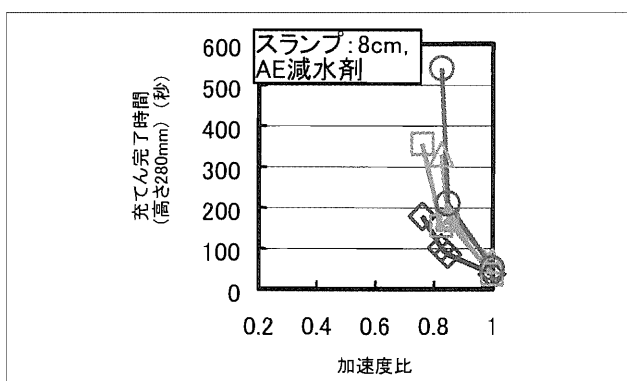


図-5 加速度比と充てん完了時間の関係

これによると、加速度比が小さい場合には同一スランプ値、材料であってもコンクリートの充てんが完了するまでの時間が大きく異なる結果となっている。このことは、加速度比の小さい場合、すなわち実際の施工でのバイブレータの挿入位置から離れた「かぶり部分」などにおけるコンクリートの挙動に違いがあり、配合によって材料分離やジャンカなどの初期欠陥の発生リスクが異なることを示すものであると考えられる。

このように、コンクリートの施工性能を評価するためには、実際の施工と同様にコンクリートを加振して評価することが必要である。そのためには、上記のような方法によって、対象とする施工条件に対して適切かつ良好な施工性能を有するコンクリートを定量的な指標をもって提示できるものと考えられる。

4. 初期欠陥を未然に防ぐ施工性能評価システム

著者らは、前述したようにコンクリートの施工性能を定量的に評価したうえで、構造物の構造・施工条件に応じて適切なコンクリートの性能設定および配合設計が行えるような、コンクリート施工性能評価システムの構築を目指して検討を行っている。

(1) システムの概要

システムのフローを図-6に示す。

(a) 条件設定

本システムは、主に施工計画段階における適正配合の照査に用いることを前提としている。したがって、システムの利用にあたって入力が必要とする項目(条件設定)については、コンクリートに関する専門的な知識を必要とせず、かつ特別な検討を行わなくても入手可能な情報とし、できる限り簡易にすることを念頭に置いている。

①対象構造物の条件

対象構造物の条件は対象とする構造物の重要度と構造・施工条件に分けられる。

構造物の重要度とは、その構造物の果たすべき機能を考慮した品質のランクである。例えば、同じように未充てん部を生じて水理構造物と一般の構造物では構造物の機能に及ぼす影響が異なり、水理構造物ではより高い確率で未充てんが回避されなければならない。このように構造物の果たすべき機能によって異なる初期欠陥発生の影響度を評価の過程で考慮できることがリスク評価の意義であり、そのためには、あらかじめ構造物に求められる品質を明確にしておく必要がある。

また、構造・施工条件とは、工場から現場までの運搬時間およびポンプ圧送距離などのコンクリートの運搬に関わる条件と、構造物の形状や内部鋼材の配置状況およびそれによって決定される打込み位置箇所やバイブレータ挿入可能範囲などのコンクリートの打設に関わる条件である。

②発注仕様

設計された強度や耐久性を確保するために発注者が

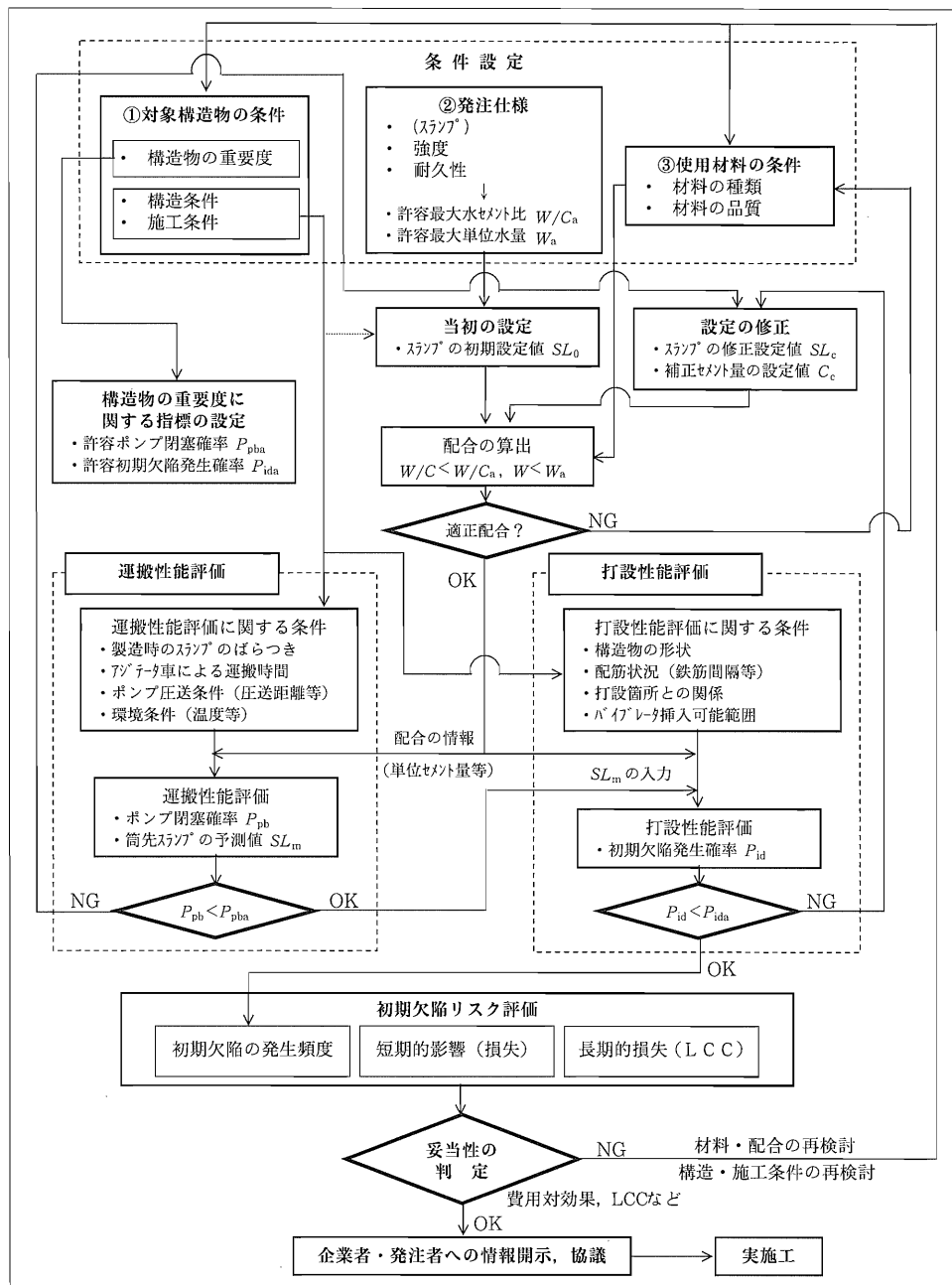


図-6 施工性能評価システムのフロー

定めたコンクリートの仕様であり、許容最大水セメント比や許容最大単位水量などである。

③使用材料の条件

セメント、骨材、混和材料などの使用材料の種類や品質に関する情報である。

本システムでは、②と③の条件に基づいて配合を算出し、その配合が有する施工性能と①の条件から初期欠陥発生リスクの評価を行う。

(b) 施工性能評価システム

施工性能の評価は、図-6に示すように運搬性能評価と打設性能評価に分けられる。

運搬性能評価はコンクリートの製造からポンプ圧送に至るまでの性能を評価するものである。打設性能評

価は圧送後から打込みが完了するまでの性能を評価するものである。評価の結果はいずれも不具合が生じる確率（前者はポンプの閉塞確率、後者は初期欠陥の発生確率）として出力される。

図-7に運搬性能評価の中核となるポンプ閉塞確率算定の基本概念を示す。本評価システムでは、コンクリートの性能は変形性と粘性（材料分離抵抗性）で表現されるという考え方にに基づき、それぞれの指標としてスランプとセメント量を用いている。ただし、ここでいうセメント量とは単に配合上の単位セメント量を示すものではなく、細骨材微粒分や水セメント比など、そのコンクリートの総合的な粘性を判定するにあたって不可欠と考えられる配合因子の影響を考慮して、単

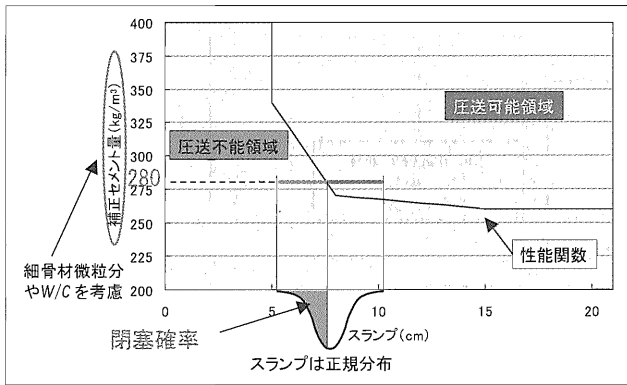


図-7 ポンプ閉塞確率算定の基本概念図

位セメント量に補正を加えた「補正セメント量」である。

コンクリートの施工性能は、この両者の関係において不具合（ここではポンプの閉塞）発生の有無を分ける境界線、すなわち図中の性能関数によって判定される。例えば、図-7において補正セメント量が280 kg/m³ のとき、スランプが10 cmであれば圧送が可能であり、5 cm では閉塞となる。この性能関数に対してスランプのばらつきを考慮すると不具合の生じる確率を求めることができる。

2章で述べたとおり、コンクリートのスランプは各種の要因の影響によって変化するため、連続的に製造されたコンクリートであってもある範囲のばらつきを有する。図-7に示すように、このスランプのばらつきが正規分布であると仮定すると、スランプがある値となる時の頻度とその値に対する不具合発生の有無が求まり、これを積算したものが不具合の発生確率となる。また、このときのスランプの中心値は配合設計における規格値ではなく、運搬や圧送によるロスを考慮したものとしており、より現実的な不具合の発生確率を求めることを可能としている。

図-8に打設性能評価の中核となる初期欠陥発生確率算定の基本概念を示す。

図-8から分かるとおり、基本的な考え方はポンプ

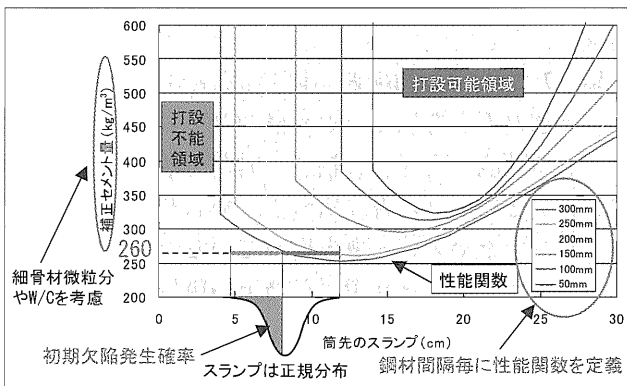


図-8 初期欠陥発生確率算定の基本概念図

閉塞確率算定と同じであるが、スランプが運搬性能評価の過程で別途得られる筒先における予測スランプである点と、未充てん部の発生に対して最も大きな影響因子であると考えられる鋼材の最小あき間隔毎に性能関数を規定している点が異なる。

図-9に運搬性能評価システムの入力画面例および出力画面例を示す。

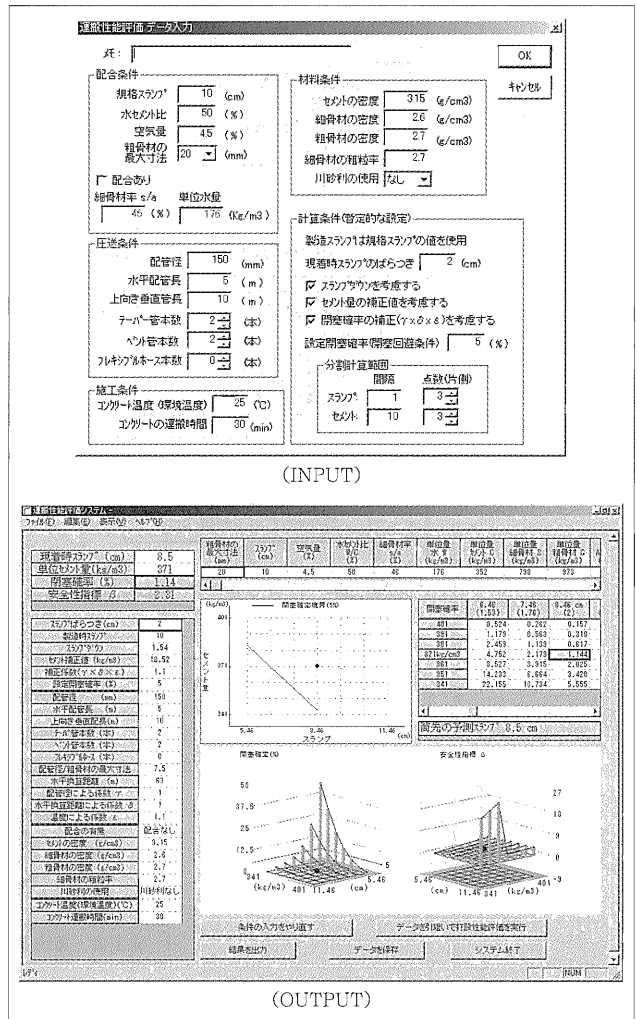


図-9 システムの入出力画面例

前述のとおり、入力が必要とする情報は施工計画の検討時に入手可能なもののみである。また、出力画面では現在の入力条件に対する不具合の発生確率とともに、スランプと補正セメント量および不具合の発生確率の関係が示されるため、どのように配合条件を見直せばよいかという点についての目安を容易に得ることができる。

(c) 初期欠陥リスク評価

一般にリスクはある事象の発生確率とその事象による影響度で表される。したがって、初期欠陥リスク評価では、各性能評価システムにおいて算出したポンプ閉塞確率および初期欠陥発生確率と、構造物の重要度

から求まる品質への影響度から初期欠陥リスクを算定する。また、リスクには初期欠陥発生に伴う補修費用などの短期的影響（損失）と、初期欠陥に起因するコンクリート構造物の耐久性低下に関わる維持管理・補修の費用などの長期的影響（LCC）を考慮することを考えており、具体的なリスクの算定方法を検討中である。

（2）システムの利用方法

本システムの全体概要については前項（a）～（c）で述べてきたとおりである。一連の流れを総合的に判断し、現実的でない結果が得られた場合には、対象構造物の条件、材料・配合条件を見直して再評価を行う。再評価の結果が現実的な計画に収束すれば、発注者に対してそのコンクリート仕様および配合を用いた場合のリスクとコストを開示・提案して、採否の判定を委ねることとなる。また、このような手順を経てスランプなどを設定しても初期欠陥の発生を完全に回避することはできないが、リスクを定量化していることにより発生した不具合に対するコスト損失についても協議が可能である。

5. おわりに

耐久性に優れたコンクリート構造物を構築することが、社会インフラの維持管理コストを軽減するうえでも重要かつ緊急を要する課題である。本報文では、現在の事業執行形態を前提としたうえで、そうした課題に対する一つの方策となるコンクリート施工性能評価技術について報告した。本報文で提案した施工性能評価技術がコンクリート構造物の施工を取巻く諸問題の解決と、高品質・高耐久な構造物の実現の一步になれ

ば幸いである。

J C M A

《参考文献》

- 1) 新藤竹文, 坂田 昇, 前川宏一: 初期欠陥を未然に防ぐコンクリート施工性能評価技術について, コンクリート工学, pp.27-34 (2005.2).
- 2) 横関康佑, 中曾根順一, 柿崎和男, 渡邊賢三: 100年以上経過した地下コンクリート構造物の耐久性について, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.20, No.1, pp.251-256 (1998).
- 3) 安田和弘, 渡邊賢三, 大野俊夫, 横関康佑: 約60年経過したダムコンクリートの溶出挙動評価, 土木学会第56回年次学術講演会論文集 V-285, pp.570-571 (2001).
- 4) 岡村 甫: 新しいコンクリート材料への期待, セメントコンクリート, No.475, pp.2-5 (1986).
- 5) 芦澤良一, 坂井吾郎, 新藤竹文, 坂田 昇: 各種要因がスランプへ及ぼす影響, コンクリート工学年次論文集, Vol.27, No.1, pp.1009-1014 (2005).
- 6) 府川 徹, 大友 健, 坂田 昇, 新藤竹文: 高周波振動を受けたコンクリートのワーカビリティに関する研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.27, No.1, pp.1015-1020 (2005).

【筆者紹介】



坂井 吾郎 (さかい ごろう)
鹿島建設株式会社
技術研究所
土木構造・材料グループ
主任研究員



新藤 竹文 (しんどう たけふみ)
大成建設株式会社
技術センター
土木技術研究所
土木構工法研究室
土木材工チーム
チームリーダー



前川 宏一 (まえかわ こういち)
東京大学大学院工学研究科
社会基盤学専攻
教授
工博

ソイルレイヤー工法の新しい品質保証技術

黒島 一郎・戸村 豪治

平成 10 年度に改訂された最終処分場の構造基準では、処分場の底面や法面に構築する遮水層の構造が 3 タイプ示された。なかでも、粘土層と遮水シートを組み合わせる構造は、遮水層が厚く、また異種材料が組合わされていることから安全性の高い構造として注目されている。

このタイプにおける粘土層の要件は透水係数を 1×10^{-6} cm/sec 以下とすることであるが、通常の土質材料を締固めてこの要件を満たすことは困難である。さらに、最近では粘土層の透水係数を基準の 1/10 となる 1×10^{-7} cm/sec 以下として設計される例も多いことから、土質材料にベントナイトを混合して作製した土質遮水層（以下、ベントナイト混合土という）が一般的に用いられる。ベントナイト混合土の施工では、原位置において均一に難透水性を確保することが最も重要となるため、信頼性の高い品質管理方法の確立が技術上の大きな課題となる。

三井住友建設株式会社では、このように遮水シートの下にベントナイト混合土を施工して複合構造を構築する工法（以下、ソイルレイヤー工法という）に関して、これまでその品質保証技術の開発を行ってきた。本報文では、管理型最終処分場工事で実施した品質管理試験結果を基に、ソイルレイヤー工法の新しい品質保証技術について紹介する。

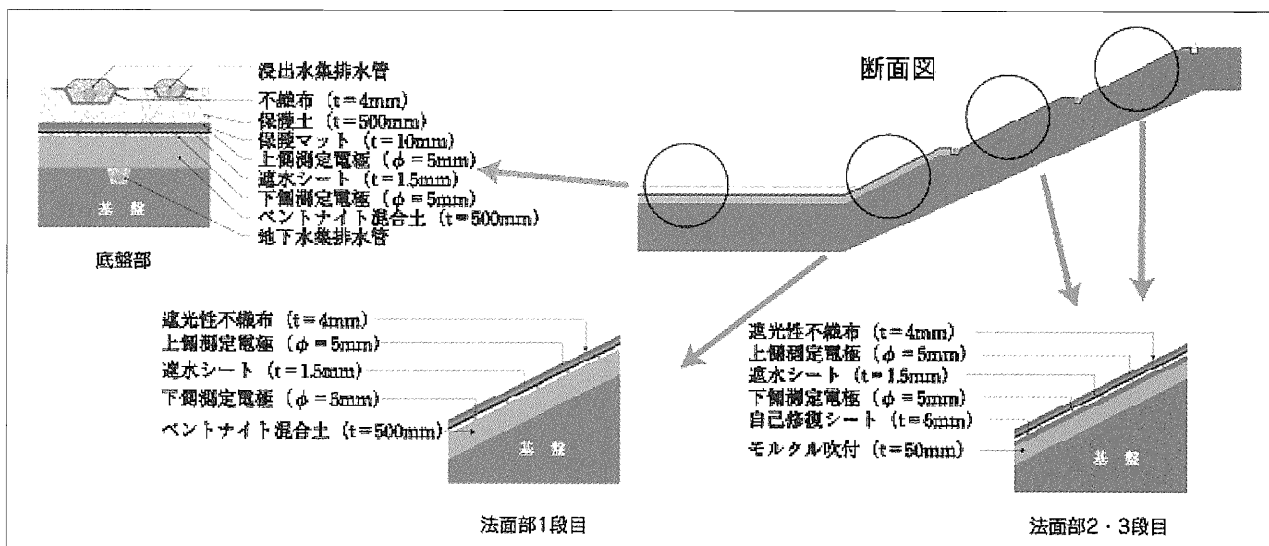
キーワード：最終処分場、遮水、品質保証、ベントナイト、環境

1. はじめに

近年、全国的に最終処分場の残余容量が逼迫するとともに、廃棄物の質の多様化に伴い最終処分場の浸出水から有害物質が検出されるなど、住民の間で廃棄物処理に対する根強い不信感が生じている。このため、平成 10 年には廃棄物処理法の一部改正によって基準の強化がなされ、以下のように 3 タイプの遮水工の構

造が示された。

- ①厚さ 50 cm 以上、透水係数が 1×10^{-6} cm/sec 以下である粘土層に遮水シートが敷設されていること
- ②厚さ 5 cm 以上、透水係数が 1×10^{-7} cm/sec 以下であるアスファルト・コンクリートの層に遮水シートが敷設されていること
- ③不織布その他の物の表面に二重の遮水シート（二重の遮水シートの中に双方のシートが同時に損傷することを防止できる不織布その他の物が設けられてい



図一1 ソイルレイヤー工法の遮水構造の例

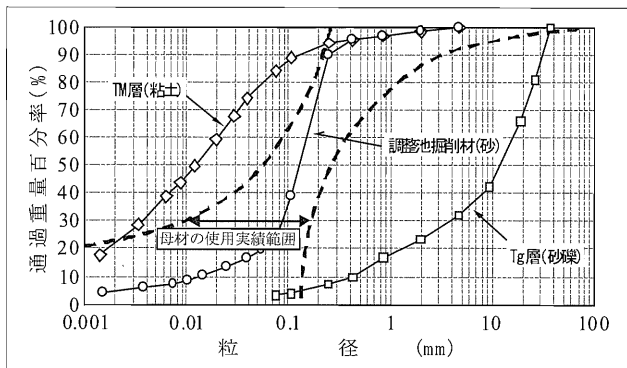
る物に限る)が敷設されていること

ソイルレイヤー工法は、この中で①の要件に対応した工法である。図一1に示すように遮水シートの下に現地発生土(以下、母材という)とベントナイトを混合して作製した粘土層を設けている。粘土層の主構成分であるベントナイトは環境負荷にならない天然の粘土鉱物であるため、恒久的に安定した粘土層を造成できる。さらに、粘土層は、地盤への追従性が良く、ひび割れ時にもベントナイトの膨潤性により自己修復する性質がある。

このように、ソイルレイヤー工法は、遮水シートが万が一破損した場合でも浸出水の拡散を防ぐ機能を持っていることから、シートの破損による漏水に対する施主、周辺住民の不安に対して説得力のある工法と考えている。

2. 配合設計

ベントナイト混合土の配合設計においては、母材とベントナイトの選定が重要となる。母材の選定にあたっては粒度分布が重要な要因であることから、従来の実績から得られた母材の粒度分布範囲を図一2に示す。



図一2 母材の粒径加積曲線(成島ら¹⁾に加筆修正)

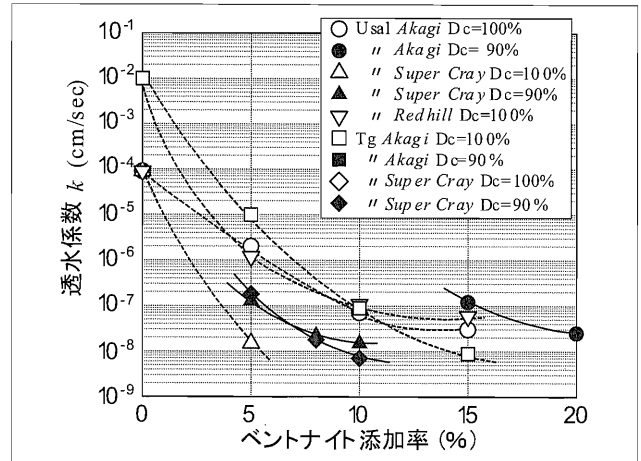
この図より、ベントナイト混合土の母材には細粒分質砂に属する物が多く使われていることがわかる。礫分の混入が多いと施工性は良いが、ベントナイトを均一に混合することが困難になる。一方、粘土質シルト分が多いとベントナイト添加率は少なくなるものの施工性が悪くなる。

ベントナイト混合土ではベントナイトの持つ膨潤特性を利用して遮水性能を発揮するため、粘土質シルト分を多く含む材料よりも、混合性および施工性の良好な材料を選定することが重要である。

図一2には実際の管理型最終処分場にて選定対象となった3種類の現地発生土の粒度分布を記している。この現場では最終的に調整池掘削材を採用している。

混合土の透水性は管理基準があり、ベントナイトの添加率のほか、施工時の含水比や締固め度に影響される。配合の決定に当たってはこれらの条件を変化させて室内透水試験を行う。

図一3に示した例のように、添加率の増加に伴って透水係数が低下し、ある添加量から透水係数がほとんど一定になることがわかる。この値はしきい値と呼ばれ、ベントナイトの添加率は、このしきい値以上の配合とすることになる。



図一3 室内透水試験結果の例

3. 施工方法

ベントナイト混合土の製造方法には原位置混合とプラント混合があるが、近年では、移動式プラント混合機を用いた方法が主流となっている(写真一1)。



写真一1 自走式混練プラント

製造された混合土は、ダンプトラックによって現地へ運搬し、ブルドーザによる敷均し、振動ローラ等による転圧を行う。また、法面に施工を行う場合は、勾配によって異なるが一般的に3割勾配では振動ローラ、



写真-2 ベントナイト混合土の施工（法面部）

2割勾配の場合はバックホウによる転圧を行う（写真-2）。

施工時の留意点としては、降雨の影響が挙げられる。ベントナイト混合土が吸水・膨潤し泥土化すると、含水比を低下させることは困難である。このため1mm/h以上の降雨量になると直ちに施工を中止し、まだ締固めされていない状態であれば直ちに締固めて養生シートなどで全面養生を行う必要がある。また、混合土の施工では、遮水シートとの密着性を確保するため、平坦性が要求される。締固めた混合土は粘着力により高い硬度を有し、モータグレーダによる削取りが困難であるので、敷均し時には入念な厚さ管理が必要となる。

透水係数と密接な関係にある締固め度について、実際の管理型最終処分場で実施した試験施工における転圧回数と締固め度との関係を図-4に示す。

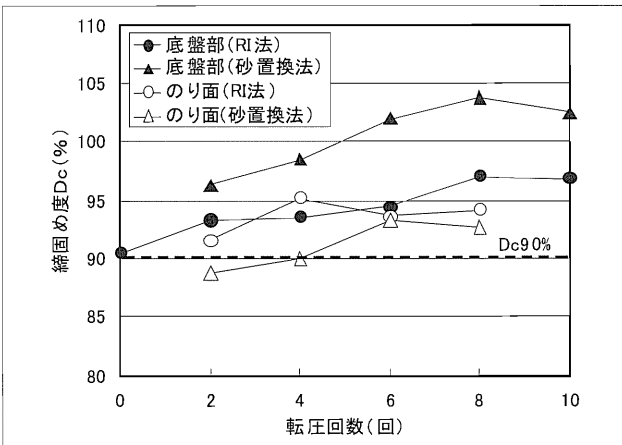


図-4 転圧回数と締固め度

図-4に示すように、法面の転圧は底盤部に比べて締固め効果が上がりにくい。特に入念な作業が必要である。この現場では、2割以上の勾配を持つ法面に

対しては、登坂型振動ローラによる転圧も実施している。登坂型振動ローラは締固め部が面状のクローラ式のため深層部まで均一な締固めが行えるほか、転圧後の法面整形作業が不要となるなど良好な結果が得られている。

4. 品質管理

締固めたベントナイト混合土の品質管理は、本来、透水係数で行う必要がある。しかし、実際には施工後に全面水張り試験を行うことは不可能であり、通常は室内試験から得られたベントナイト添加率および密度、含水比の品質管理図を用いた間接的手法によって品質管理を行うほか、サンプリング試料の室内透水試験を実施する。

ベントナイト混合土の品質管理を行う際には、施工時のトラフィックビリティ確保に必要な含水比の管理幅を求める必要がある。含水比および締固め度を変えた供試体によるコーン指数試験を実施する。

ダンプトラックの走行に必要なコーン指数の値である1,176 kN/m²を基準として、D_c 90%における含水比の範囲を求める。次に、含水比と密度を変えた試料の透水試験を実施して、締固め管理グラフを作成する。

図-5に品質管理図の例を示す。ここでは、強度と透水係数の管理基準をそれぞれ、コーン指数 q_u = 1,176 kN/m²以上、室内透水試験による透水係数 5 × 10⁻⁸ cm/sec以下とし、D_c 90%以上、w = 8~20%を管理目標に設定している。

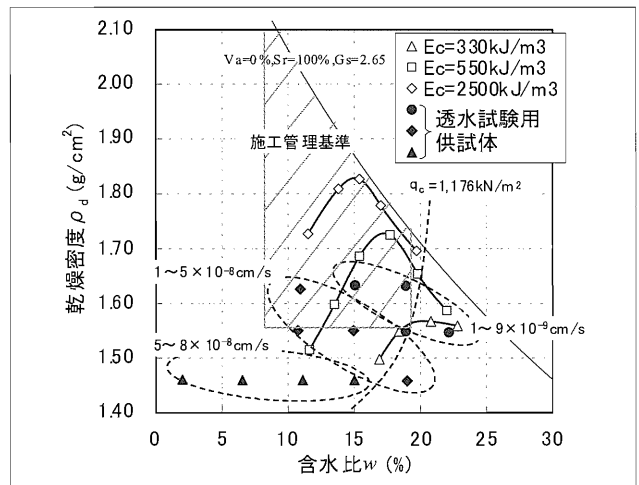


図-5 品質管理図の例

実際の施工においては、通常、密度と含水比の管理に通常透過型のRI法が用いられる。図-6にRI試験を用いた品質管理試験結果の例を示す。このように含水比と乾燥密度の関係から間接的に透水係数の管理

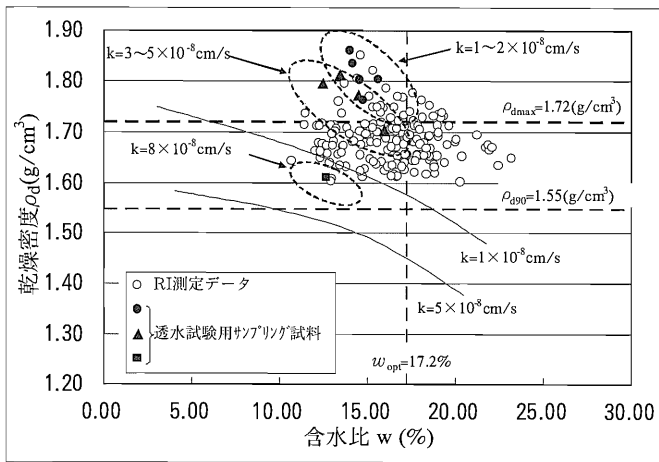


図-6 RIによる品質管理試験結果の例

が行われる。

しかしながらこれらの方法には、以下に示す課題が挙げられる。

①所定の透水係数を得るためには、密度および含水比の他、施工後に混合土中のベントナイトの均一性が確保されている必要がある。

しかし、ベントナイト量の確認は混合土の製造時に行うのみである。

②施工後にブロックサンプリングを行って室内透水試験を実施しているが、結果が得られるまでに長時間を要し（1週間以上）、試験数量も限られるため、施工管理への迅速なフィードバックならびに面的な管理が困難である。

そこで、今回新しい品質管理手法により、施工後の混合土に対する面的な品質保証技術として管理施工後に原位置で

- ・誘電率によるベントナイト添加率の原位置測定方法
- ・簡易現場透水試験

の2種類の方法を実施した。

(1) 誘電率によるベントナイト添加率の原位置測定
土の誘電率は、土中の水分量の他、密度や温度、含まれる鉱物の種類によって異なる。

本方法は、誘電率測定方式の水分計を使用して、通常の砂とベントナイトの主成分であるモンモリロナイトの誘電率が同じ含水状態においても差があることを利用し、混合土地盤の表面誘電率を測定する事によって混合土中に含まれるベントナイト量の定量を行うものである。現位置測定状況を写真-3に示す。

図-7～図-9に、室内試験によってベントナイト添加率及び含水比、締固め度を変化させた試料の表面誘電率の測定を行った結果を示す。



写真-3 誘電率測定状況

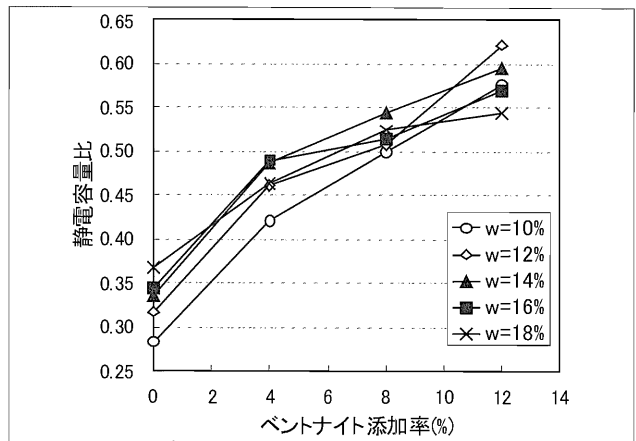


図-7 添加率と誘電率 (D_c 95%)

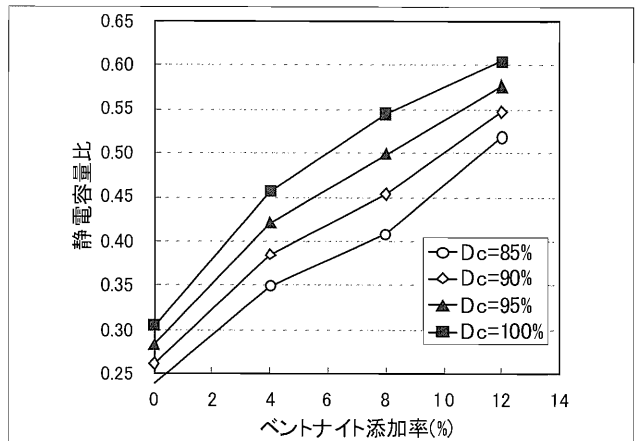


図-8 添加率と誘電率 (w=10%)

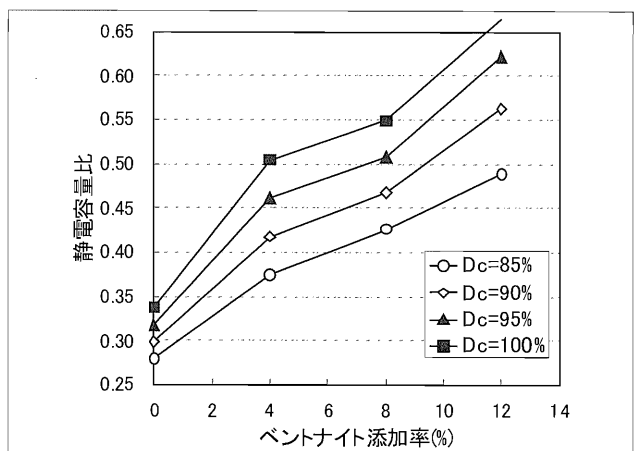


図-9 添加率と誘電率 (w=12%)

これによると、混合土の表面誘電率は含水比や試料の乾燥密度だけでなく、試料のベントナイト添加率とも高い相関性があることがわかる。したがってあらかじめ室内試験によって含水比及び締固め度を変えた検量線を作成し、現地においてRI法等による密度、含水比測定と同時に本測定を行うことによってベントナイト添加率を算出することができることになる。

次に、実際の試験施工ヤードにおいて実施した誘電率の計測結果を図-10に示す。

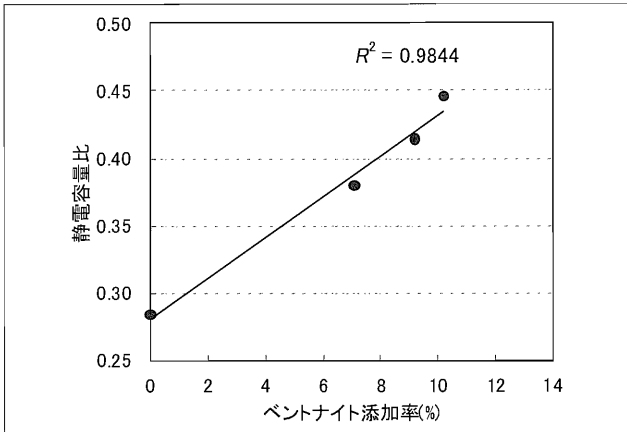


図-10 添加率と誘電率 (実施ヤード)

図-10は、RI法による密度の測定箇所の周辺で1点につき10回の計測を行い、その平均値を表している。測定時の含水比及び締固め度はそれぞれ $w=10\sim 14\%$ 、 $D_c=85\sim 100\%$ の範囲でばらつきがあるが、平均値はベントナイト添加率との高い相関性が認められる。

本測定法の問題点として混合土の含水比が高くなると計測不能もしくは精度が極端に悪くなることが挙げられるが、ベントナイト混合土の施工では施工時の含水比管理を常時行っているほか、シート敷設前には表面の含水比はほぼ一定となっている。また、本測定は

1点当たりの計測時間が数秒と極短時間であるため、一度に多くの測定を実施することが可能である。

したがってあらかじめ検量線を作成したうえで、原位置においてある程度の計測を行い、その平均値をとることによって施工後の混合土の均一性について面的な品質管理を行うことができた。

(2) 簡易現場透水試験

施工されたベントナイト混合土の透水係数の確認方法としては現在、主に定期的 (例えば $1/2,000\text{ m}^3$) にサンプリングした試料の室内透水試験が実施されている。しかし、この方法は結果が出るまでに時間がかかるため、これらの試験は主に施工後の品質確認を目的としたものとなり、日常の施工管理には直接には反映されていない。

また、ベントナイト混合土の現場透水試験を行う場合、従来の方法を用いた場合の問題点として、時間がかかりすぎるもののほか、難透水性の不飽和土の透水係数を求めることが困難であることや、締固めた地盤の透水性に関する異方性の問題が挙げられる。

図-11、図-12に実際の管理型処分場における試験施工で実施した3種類の現場透水試験の模式図と各試験法によって得られた透水係数の値を示す。

図-12に示した水平方向透水係数の値はC法で得られた値が鉛直方向の透水係数を表したものと考えて、A法とC法の結果より松本ら²⁾の方法で算出したものである。図-12にはサンプリング試料の室内透水試験の結果も併せて示しているが、A法 (側壁開放型) あるいはB法 (側壁止水型) で得られた透水係数は水平方向の値に大きな影響を受けていることがわかる。

これは、特に締固めた地盤で多くみられる現象であるが、鉛直方向に比べて水平方向の透水係数が大きくなる傾向を示すため、実際の地盤の遮水性を表す鉛直

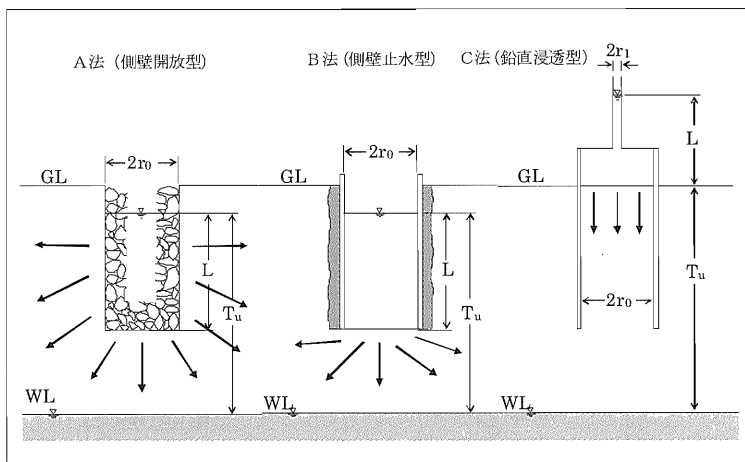


図-11 現場透水試験条件の模式図

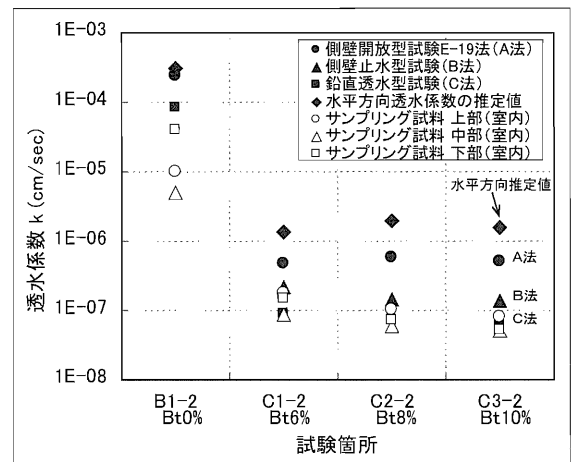
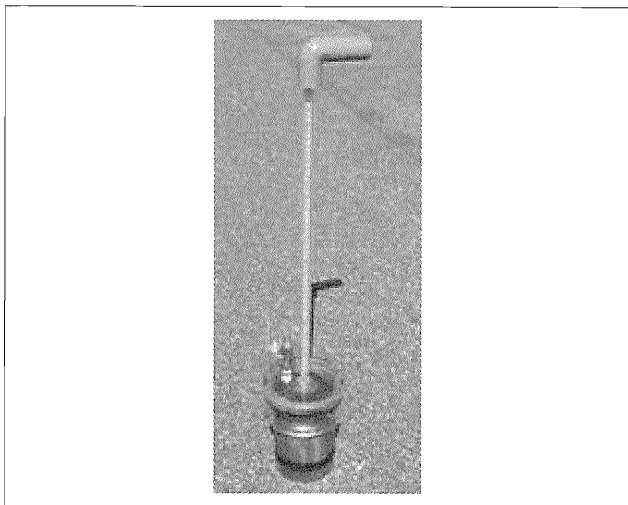


図-12 現場透水試験結果の比較

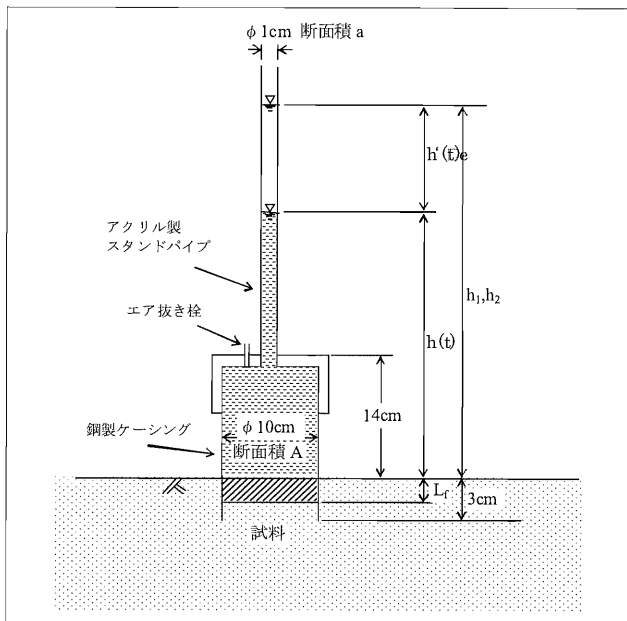
方向の透水係数を求めるためには、C法（鉛直浸透型）のようにケーシングを用いた方法が有効であることがわかる。

また、もともとA法による計測では定常状態となるまでの時間が地盤の透水係数に比例するため、理論的に 1×10^{-7} cm/sec以下の地盤では数日で定常状態に至っているとはいえず、この方法で短時間に 10^{-8} cm/secオーダーの透水係数を求めることは非常に困難であると考えられる^{3),4)}。

そこで今回新たにC法の試験条件を元に簡易型の透水試験機を開発した（写真—3）。また図—13に試験の概要を示す。



写真—3 簡易透水試験器



図—13 簡易透水試験の原理

この試験法は、Green-Amptモデルに基づき、不飽和地盤中への水の浸潤速度から鉛直方向の透水係数を求めるものである。

不飽和土の透水係数とその変化は初期含水比とサクシオンに依存するが、Green-Amptモデルでは地盤のサクシオンが常に一定であると仮定しており、時間経過に伴う浸潤領域の増加とともにサクシオンの影響が減少して重力の影響が卓越するため、この勾配を求めることによって地盤の飽和透水係数を得ることができる⁵⁾。

試験方法は最初に $\phi 10$ cmのケーシングを地盤中に2~3 cmたたき込み、その後スタンドパイプをセットして空気を抜きながら注水して、スタンドパイプの時間あたりの水位変化を目視で記録する。

本試験法によってベントナイト添加率および初期含水比を変えて実施した試験の結果を表—1に示す。

表—1 簡易現場透水試験結果

Bt 添加率 (%)	初期含水比 w (%)	Hf (cm)	k (cm/sec)	k (cm/sec) (室内試験)
0	8	116	2.4×10^{-4}	—
	11	137	2.3×10^{-4}	—
	17	44	2.6×10^{-4}	6.7×10^{-4}
	20	-43	1.3×10^{-4}	—
6	8	3	1.1×10^{-6}	—
	14	76	8.9×10^{-8}	—
	17	-22	7.7×10^{-7}	1.2×10^{-7}
8	5	46	2.5×10^{-7}	7.2×10^{-8}
	8	83	5.7×10^{-8}	5.2×10^{-8}
	11	-25	2.1×10^{-8}	6.3×10^{-8}
	14	50	3.2×10^{-8}	—
	17	-20	9.8×10^{-8}	2.1×10^{-8}
10	20	-46	9.6×10^{-8}	8.3×10^{-9}
	8	104	3.8×10^{-8}	—
	14	-16	3.6×10^{-8}	—
	17	-39	9.7×10^{-8}	1.5×10^{-8}

表—1には同配合での室内透水試験の結果も記入しているが、両者を比較すると、本試験はベントナイト混合土地盤の透水係数を比較的正確に測定していると考えられる。

今回の試験では約5時間経過後から24時間程度までの計測値を用いて透水係数を求めているが、このように翌日には試験結果が得られることがわかる。また試験装置も簡便で、多くの測定が可能のため、試験結果を日々の施工にフィードバックすることが可能であると考えられる。

5. おわりに

ベントナイト混合土を用いた遮水構造はシートの破損による漏水に対する施工主、周辺住民の不安に対して、フェールセーフの観点からも安全性に対する説得力が大きいものといえる。しかし、安全性を保証するため、他の工事と比べても特に施工時の品質管理が重要であ

る。

今回紹介したソイルレイヤー工法の新しい品質保証技術については、今後も実績を積重ねて、改良していきたいと考えている。

JICMA

《参考文献》

- 1) 成島誠一，他：ベントナイト混合土を用いた複合ライナーの品質管理とデザインに関する研究，第5回環境地盤工学シンポジウム発表論文集，pp.83-88，2003.
- 2) 松本徳久，山口嘉一：フィルダムコア材の異方性透水係数の現位置測定，土木技術資料，28[10]（1986）
- 3) 地盤工学会基準，JGS 1316-1995：締め固めた地盤の透水試験方法
- 4) ASTM D 6391-99: Standard Test Method for Field Measurement of Hydraulic Conductivity Limits of Porous Materials Using Two Stages of Infiltration from a Borehole.
- 5) 西垣誠，竹下祐二，織田敦史：現位置における不飽和土の透水係数の

測定法，第26回土質研究発表会講演集，1991

【筆者紹介】

黒島 一郎（くろしま いちろう）
三井住友建設株式会社
土木本部
土木設計部
担当部長



戸村 豪治（とむら たけはる）
三井住友建設株式会社
技術研究所
土木研究開発部
地盤研究グループ
主任研究員



建設工事に伴う 騒音振動対策ハンドブック

「特定建設作業に伴って発生する騒音の規制に関する基準」（環境庁告示）が平成8年度に改正され，平成11年6月からは環境影響評価法が施工されている。環境騒音については，その評価手法に等価騒音レベルが採用されることになった等，騒音振動に関する法制度・基準が大幅に変更されている。さらに，建設機械の低騒音化・低振動化技術の進展も著しく，建設工事に伴う騒音振動等に関する周辺環境が大きく変わってきている。建設工事における環境の保全と，円滑な工事の施工が図られることを念頭に各界の専門家委員の方々により編纂し出版した。本書は環境問題に携わる建設技術者にとっては必携の書です。

■掲載内容：

- 総論（建設工事と公害，現行法令，調査・予測と対策の基本，現地調査）
- 各論（土木，コンクリート工，シールド・推進工，運搬工，塗装工，地盤処理工，岩石掘削工，鋼構造物工，仮設工，基礎工，構造物とりこわし工，定置機械（空気圧縮機，動発電機），土留工，トンネル工）
- 付録 低騒音型・低振動型建設機械の指定に関する規程，建設機械の騒音及び振動の測定値の測定方法，建設機械の騒音及び振動の測定値の測定方法の解説，環境騒音の表示・測定方法（JIS Z 8731），振動レベル測定方法（JIS Z 8735）

■体 裁：B5判，340頁，表紙上製

■定 価：会 員 5,880円（本体5,600円） 送料 600円
非会員 6,300円（本体6,000円） 送料 600円

・「会員」本協会の本部，支部全員及び官公庁，学校等公的機関

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8（機械振興会館） Tel. 03(3433)1501 Fax. 03(3432)0289

3次元プロダクトモデルを用いた土工事施工支援システム

古屋 弘

CALS/ECの推進による設計データを中心とした電子化は急速に進み、設計図書や施工中の検討図にCADデータが多用されているが、このCADは施工を行ううえで中心的なデータであり、このデータを有効に活用することは施工の合理化を検討するうえで重要である。

本報文ではCADデータを基に3次元プロダクトデータを作成し、重機施工に利用するとともに、現場で発生する情報やデータを有効に管理する一つの試みとして、新しい施工支援システムを構築し現場適用を行った事例の報告を行うものである。システム導入により機械施工および施工管理において大きな効果が得られたが、運用上の課題も明らかとなった。

キーワード：CAD, GPS, 土工事, 重機施工, 情報化施工, 3次元プロダクトデータ, データベース

1. はじめに

土工事における情報化・電子化の中で、CADはCALS/ECの推進により急速に一般化されつつあり、単なる作図ツールの領域から思考支援のツールとして有効に使われ、作業の省力化と高品位化に寄与している。

特に近年、高性能PCの低価格化とソフトウェアの進歩によって、3次元データも建設分野の中で構造系を中心に設計に利用されるようになってきている。

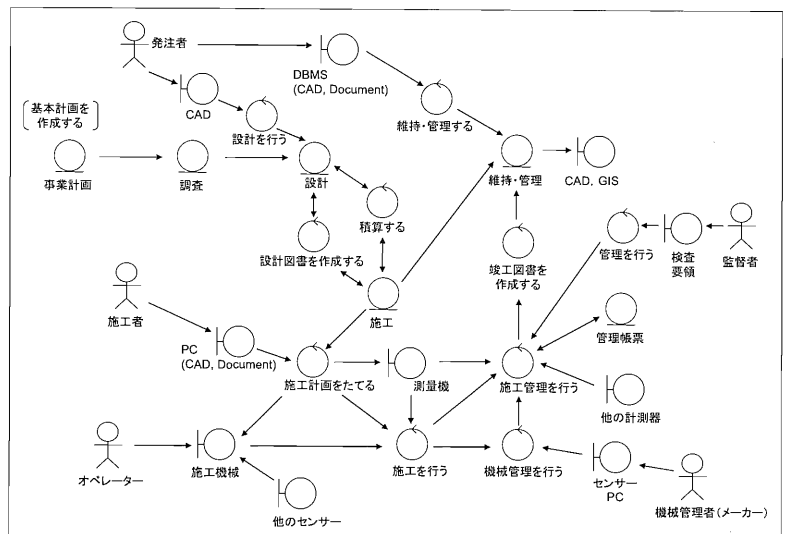
今回紹介する事例のように土工関連でも3次元データの利用に関する標準化作業も進みつつあり、道路等における設計や計画時のパースの出力、土工量計算、施工時における測量データの評価等利用され始めている。

設計データから3次元データを生成し、それを施工にそのまま利用することは、CADの持つ機能を十分活用することにより、上述のように業務における精度向上と省力化に寄与することが期待できる。これをさらにデータベースと組み合わせることにより、施工途上で発生する様々なデータをプロダクトデータという観点で位置情報とともに取扱う事は、施工中の様々なデータ管理、および竣工後の維持管理データの提供という観点からも有効な方法であると考えられる。

今回紹介するシステムは、上記のような観点から3次元データを施工に利用し、現場で発生する情報やデータを効率的に管理する一つの試みとして開発した「土工事向けの重機施工支援システム」であり、平成16年度国土交通省「公共工事において試行的に活用する技術」に採択されたものである。

2. プロダクトデータとは

プロダクトデータとは、従来は製品の設計から製造・使用・保守・廃棄に至るまでのライフサイクルの中で生じる様々な情報を統合的に記述したデータを意味す



図一 土工事における情報連携 (メタモデル)

る。従来は製造業での利用が中心であったが、建設分野でもその必要性和有用性が認識されつつある。

図-1にはこのような観点から土工事において流通する情報(設計・施工データ等)をロバストネス分析^{1),2)}により表記したもので、道路関連ではLandXML³⁾等がスキーマの一つとしてデータ交換に利用されつつある。

今回開発したシステムにおいては、図-1の中から施工に係わる部分に着目し、図-2に示すユースケースを想定しシステム設計を行った。

設計データ(CAD)を基に施工中に発生する出来形・品質管理データ等を3次元空間データとともにデータベースで管理し、必要なデータを必要な人および機械(重機・測量機)が容易に利用できる環境を提供するものである。

3. システムの概要

このような観点からいわゆる「情報化施工」というものを見直し、図-3に示すようなシステム構築を行い神戸空港造成工事にて適用した⁴⁾。

システムは物理的にはサーバを中心とした事務所側の基幹システムと、重機側の移動体に搭載するシステムで構成され、現場に無線LANネットワークを構築し、リアルタイム通信の可能な環境を構築した。現場適用システム(アプリケーション)を構築するにあたり、今回はシステムの対象を以下の4項目とし、現場に適用した。

(1) 施工管理

工事における施工管理は、工程・品質管理をはじめ、種々の管理項目があり、この管理を行うための多くの情報が施工プロジェクトの中で発生し利用されている。

今回は大規模な土工現場における適用であり、土工重機はブルドーザと振動ローラが施工の主体となり、施工管理においては品質管理、出来形管理、および施工計画作成支援が重要である。

品質管理に関してはαシステム(加速度解析による締固め度管理:平成16年度国土交通省「公共工事において試行的に活用する技術」)^{5),6)}で行うこととし、出来形管理は移動体に搭載するシステムにおいてGPSによる重機の軌跡管理システムを利用し、重機

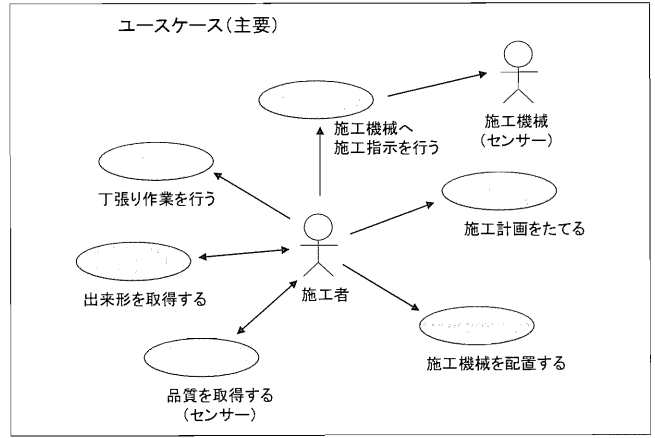


図-2 システムのユースケース

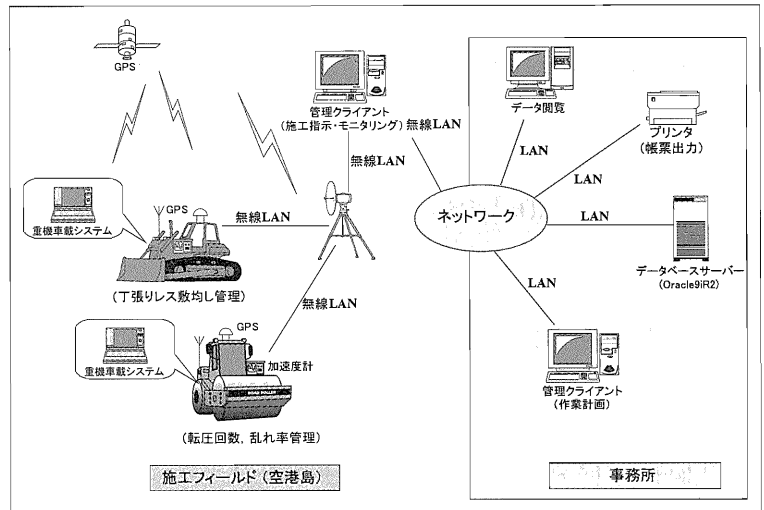


図-3 システム概要 (Physical Model)

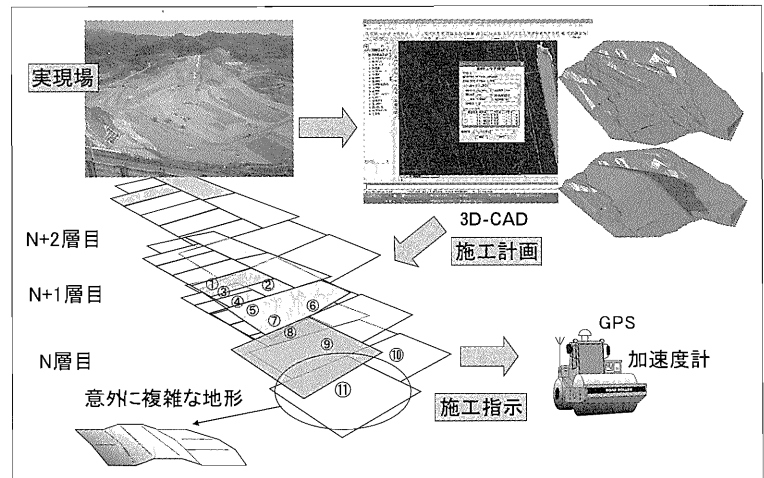


図-4 施工計画作成の概要

の施工結果から取得した空間情報を用いて、敷均し、転圧結果をデータベースに保存し利用した。

また、施工計画作成支援は図-4に示すように3Dデータを用いて各重機に対して施工エリア等の割当てを行うものであるが、データの作成・利用方法に関しては後述する。

(2) 監督検査

施工者においては監督者（または発注者）に施工管理データ等を提出することが主体となる。基本的に本システムで扱う帳票は、品質管理・出来形データとなるが、それらのデータは施工中に取得されたデータをデータベースに格納後、必要なデータを取出し利用している。基本的に3Dのデータをデータベースに格納し、3D-CADをインターフェイスとして利用しているため、任意の帳票出力が可能であるが、図-5に示す出力例のように、ユーザーの負荷を減らすため、あらかじめ帳票のテンプレートを作成し、メニュー上から簡単な選択で出力が可能システムとした。

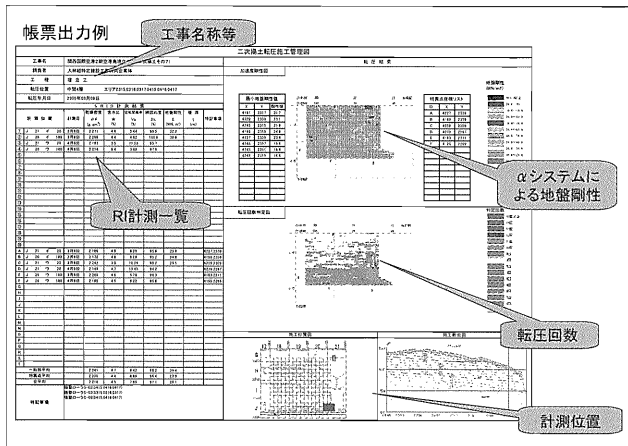


図-5 帳票出力例 (テンプレート)

(3) 機械施工 (重機土工) 支援

本システムにおいては、施工計画作成支援サービスで作成したデータを、無線LANを用いて各重機に配信し、施工指示を行うものである。本システムにおいては対象とする重機をブルドーザと振動ローラとし、重機オペレータに対して以下に示す施工支援を行えるシステムとした。システムのオペレータ席でのモニター例を図-6に示す。

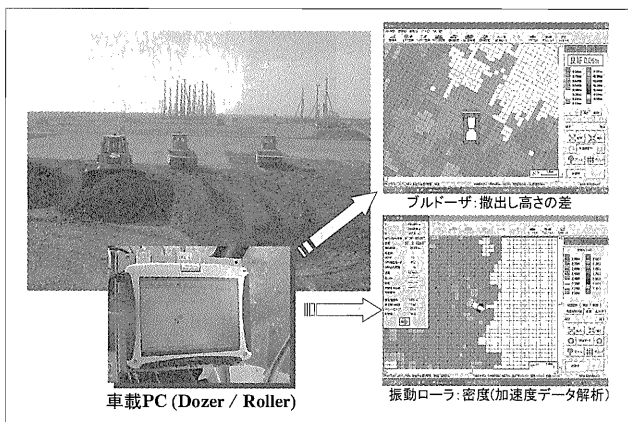


図-6 重機施工支援システム (オペレータのビュー)

① 無線LANを用いた重機土工のネットワーク化

- ② 3D-CADとデータベースを用いた重機連携管理
- ③ ブルドーザに対して敷均しデータを直接指示：施工エリアの指示と丁張りレス施工
- ④ 敷均しが終了したエリアをローラに引継ぎ所定の施工（工法規定）にて転圧支援（転圧エリア，転圧回数，加速度解析データによる品質管理）
- ⑤ 出来形の取得（概算出来形の自動取得）

(4) 環境保全と安全

本システムでは直接的に対応はしていないが、重機の稼働状況のモニタリングが無線LANによりリアルタイムに行えることと、丁張りレス施工と加速度解析による品質の自動取得の結果、重機土工の作業中に測量や品質管理等の作業を行う必要がなくなり、安全管理に結果的に寄与する事となった。

4. システムにおける3Dデータの役割

近年はCALS/ECの普及により、設計図書は電子化され、特にCADの普及は著しい。このような電子化の進んだ環境を背景に、施工においてあらかじめ3次元データを生成し、それを施工にそのまま利用することは、情報化施工の中でそこに参加しているアクタ（監督員・現場職員・重機オペレータなど）に対する業務援助に大きく寄与することとなるものと考え本シ

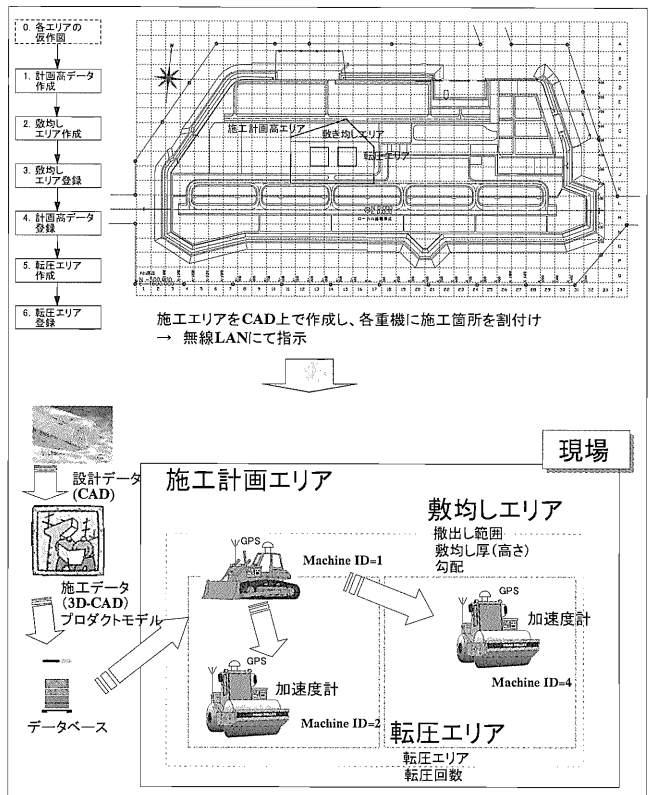


図-7 施工エリアの概念

システムを構築した。

土工事施工支援システムの中では、ターゲットとする施工重機（オペレータ）をブルドーザと振動ローラに絞り、3次元化した施工データを複数の施工重機にあらかじめ割当てることとした。施工開始時に重機オペレータは、重機に搭載したシステムを上げると施工情報は自動的に無線LANによって配信され、エリア情報を取得する。

エリア情報とは図-7に示すように、ブルドーザでは敷均し範囲と敷均し高さ、振動ローラは転圧範囲と転圧回数を含む情報で、ともに3次元情報である。このエリア情報を基に、ブルドーザではオペレータは決められた範囲に高さが許容誤差に収まるように敷均しを行い、振動ローラは自車の転圧範囲、転圧回数とともに、 α システムにより締固め度および地盤剛性を取得する。

ユーザである各重機のオペレータは、システムのうちでは図-6に示すように施工エリアを平面（2次元）的に捉え、自車の施工すべきエリア（位置）を取得し指示に従い施工を行う。このデータの実態は3次元のデータであり、特にブルドーザにおいて3次元データ利用の効果が顕著である。

すなわち、複雑な縦・横断勾配を保ちつつ規定の敷均し厚で施工を行うためには、従来は多数の丁張りを現地に設置し、その目標に対してオペレータは重機を操縦しなければならなかったが、本システムを用いることにより、モニタ上で計画データとGPSにより取得した空間情報との差異を数値とコンターでオペレータにリアルタイムに示すことにより容易に施工状況を把握できるようになった。

3次元データの施工における利用は、出来形取得のみを目的とすればTIN（三角形網）の利用が有効であるが、今回の利用目的の中に品質管理があり、振動ローラの工法規定による管理等があることから、メッシュ法によるデータ管理（管理メッシュサイズ0.1~1m）を採用し、データベースから様々なデータを抽出し利用できるシステムとした。

5. システムの実装例

土工事施工支援システムの構成を図-8に示す。システムはデータベース1台、クライアントPC2台、重機搭載の管理システム8台、および無線LANシステムで構成した。

各重機に対しては前述の「施工エリア」という概念で施工情報を配信した。この施工エリアは図

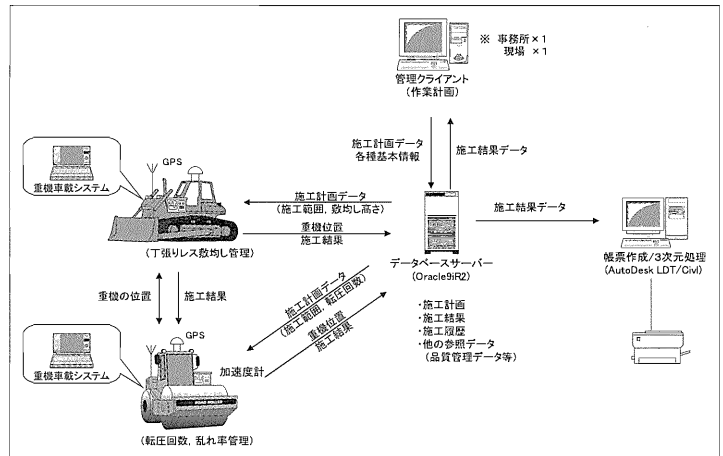


図-8 土工事施工支援システム (Logical model)

7に示すような工程で作成し、データ作成には3次元CADを施工支援用にカスタマイズしたプログラムをインストールした管理クライアントPCを工事事務所、および現場詰め所に設置し、サーバとLANで接続した。

作成したデータはデータベースサーバに登録・蓄積し、重機オペレータは作業開始時にシステムを起動すると、無線LANを介して自動的に施工エリア情報を取得する。3次元データを配信していることから、特に敷均し作業（ブルドーザに対して）は現地で丁張りが必要とせず、作業の効率化に大きく寄与した。また、3次元CADシステム上で施工計画を作成できることから、職員は工程計画と実作業を検討しながら作業計画を作成し、先々の作業計画を蓄積することができるというメリットもある。

また、転圧管理（振動ローラ）に関しては図-9に示すように、従来行われているGPSを用いた転圧回数管理（メッシュによる軌跡管理）のほか、加速度データを用いての品質管理結果も取得するため、面的な品

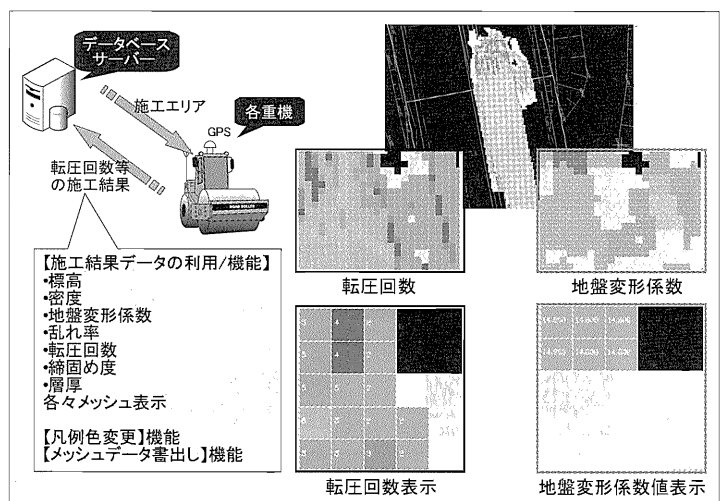


図-9 施工結果（転圧の品質管理）

質管理を行い、そのデータをデータベースに蓄積し3次元情報として活用することで、品質管理の高度化とともに竣工後の維持管理データとしての利用も可能となった。

各重機は自車に搭載されたシステムでサーバからの施工指示を取得し、その指示に従い整然と施工を行い、施工範囲の施工が終了すると施工完了の信号とともにデータを送り、新たに施工エリアを取得するという施工の繰返しを行うこととなる。

本システムは無線 LAN を採用したことにより、サーバと重機は常にデータ交換を行い、管理クライアント PC も施工現場にあることで、急な施工順序の変更や、重機の故障等による施工途中での重機間のデータ交換（重機の交代）も容易に行えるなど、柔軟な運用も可能なシステムとなった。

6. システム導入のメリット

今回の土工事施工支援システムは、3次元データを施工に利用し、施工支援を行うことを目的としているが、設計データ（CAD）の有効利用、および異なる重機間のデータ連携もシステム構築の上で大きな目的となっている。今回のシステムでは、これらを実現する一つの試みとして、データベースと3D-CADを用いた施工支援システムを構築した。システム導入および実際の運用において、設計、施工、品質・出来形管理データの共有と、丁張りレス施工やデータ指示の効率化、リアルタイム施工管理による品質管理の高度化等、施工の高品質化と省力化に一定の成果は認められた。

図10には従来の施工方法と今回のシステムによる施工データの流れの概念図を示す。今回のシステムは一見複雑に見えるが、施工中の情報伝達や施工結果はシンプルな形で管理できることがわかる。特に施工結果はリアルタイムに車載モニタに表示されるため、

従来は把握できなかった施工誤差等が瞬時に分かる。そのため、オペレータの施工に対する意識が高まり、ブルドーザでは不陸が小さくなり、振動ローラでは施工ラップを含め未転圧領域のない施工を行うといった、高品質な施工を行うことが可能となった。

しかし、システム運用等で以下のような課題も明らかとなった。

（1）システム構築に伴うイニシャルコスト

システム構築に伴い相当の初期費用が発生するが、施工費用に対する通常管理費とシステム導入による費用低減効果がバランスすることが導入の前提条件となる。

大規模な現場であれば、施工管理も膨大なものになり、初期投資に対してランニングコストの低減で十分ペイするが、小規模な現場でのコストバランスは難しい面がある。この問題は将来的にはASPやWebサービスで解決できる可能性はあるものと考えられる。

（2）無線 LAN システム

施工データの送受はメモリカード等による物理的な方法を用いることも可能であるが、今回紹介した事例のように無線 LAN を用いることが出来ればリアルタイムに管理も行える等メリットは大きい。しかし現状では土木現場では必ずしも利用できるものではなく、利用できたとしても地形的な制約による中継局の設置等も検討が必要で、メンテナンスの煩雑性も考えられる。

（3）データのバックアップ

データベース本体のデータバックアップもさることながら、重機からリアルタイムに取得するデータをデータベースに確実に送るまでのデータ保持、およびバックアップは重要である。

今回紹介したシステムでは重機で取得した施工デー

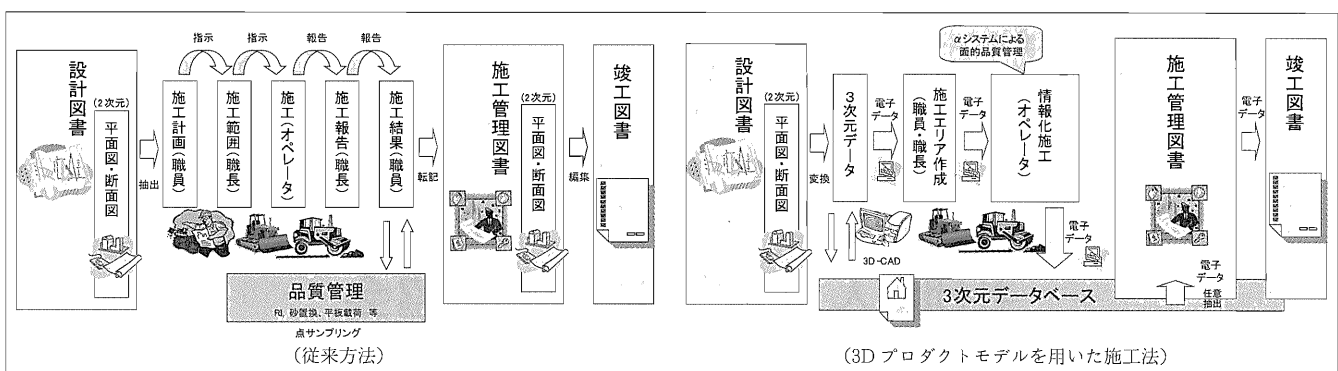


図10 従来方法と3Dプロダクトモデルを用いた施工法の対比（概念図）

タは重機 PC に搭載したデータベースを含め 3 重のバックアップを行っている。しかし、屋外で衝撃の大きい場所を使用するシステムであることから、車載 PC の突如のダウン等を考慮したデータ保持機構は十分に検討しておく必要がある。

7. ま と め

本システムは大規模土工事である空港島造成工事において 2 現場の実績を有し、フィルダム現場で現在稼働中である。今後は 3 次元データの有効な可視化の方法と CALS/EC を考慮しつつ XML をツールとしてのデータ交換、特に取得データの納品（効果的なビューの提供も含む）に関する検討を引続き行う予定である。今回の事例が、新しい施工管理の手法の一つとして参考になれば幸いである。

J C M A

《参考文献》

- 1) 土木学会土木情報ガイドブック制作特別小委員会編：土木情報ガイドブック，pp.184-190，2005 年。
- 2) ワークブック形式で学ぶ UML オブジェクトモデリング，ソフトバンクパブリッシング株式会社，2002 年。
- 3) 土木学会 土木情報ガイドブック制作特別小委員会編：土木情報ガイドブック，pp.113-117，2005 年。
- 4) 古屋 弘・千葉洋一郎：3D プロダクトデータを用いた土工事施工支援システムの開発と現場適用，第 29 回情報利用技術シンポジウム論文集，Vol.13，pp.243-250，2004.10。
- 5) 古屋 弘ほか：加速度計を利用した締固め管理システムにおける解析手法の比較，第 54 回土木学会年次学術講演会，1999 年。
- 6) 古屋 弘：α システム，土木施工単価 2005・秋，前文 1-5，2005.10。

【筆者紹介】

古屋 弘（ふるや ひろし）
株式会社大林組
東京本社
土木技術本部第一部
情報化施工グループ
グループ長

建設機械用語集

- ・建設機械関係業務者一人一冊必携の辞典。
- ・建設機械関係基本用語約 2000 語（和・英）を収録。
- ・建設機械の設計・製造・運転・整備・工事・営業等業務担当者用辞書として好適。

B5判 200頁 定価 2,100 円（消費税込）：送料 600 円
会員 1,890 円（消費税込）：送料 600 円

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8（機械振興会館） Tel.03(3433)1501 Fax.03(3432)0289

ずいそう

水行十日 陸行一月

渡辺雅夫



「邪馬台国はどこにあった？」

新井白石が畿内大和説を唱えれば本居宣長が九州説を唱えるなど、この論争は江戸時代から繰り広げられてきた。明治に入り京都帝大の内藤湖南が畿内説を発表すると、東京帝大の白鳥庫吉が九州説を発表し、お互い譲らず論争は激化した。昭和に入ると皇国史観の影響でこの話題は下火になるが、昭和42年に長崎県在住の盲目の作家、宮崎康平氏の書いた「まぼろしの邪馬台国」がベストセラーとなり、世に言う邪馬台国ブームの始まりとなった。以降、プロの歴史学者や考古学者はもちろん、専門外の学者や作家が続々と持論を発表し、書店を賑わすようになった。

何故このようにアマチュア研究者が多く出現したのか。通称「魏志倭人伝」、正確には「三国志魏書東夷伝倭人ノ条」に記されている僅か2,006文字だけが邪馬台国に関する文献資料だからである。極端な話、原文と読み下し文さえ持っていれば、プロもアマも基本的条件は同じとなる。2,006文字の新解釈を発表しても、即座に否定や肯定を裏付ける物的証拠がほとんど見あたらないため、アマチュア研究者の自由奔放な参加が可能となったのである。

邪馬台国がどこにあったかはさておき、西暦240年頃、中国からの使者が朝鮮半島の釜山付近から海を渡り、対馬、壱岐を経て九州東松浦半島先端の呼子か唐津に上陸し、前原から博多に入ったまでは、九州説、畿内説の論者も大方は認めているところである。ちなみに魏志倭人伝では対馬は対海国、壱岐は一大国、東松浦半島は末盧国、前原（筑前国怡土郡）は伊都国、そして博多（筑前国那珂郡）は奴国であり、2万余戸の人が住んでいたという。町の大きさや音の響きからしても頷けるものがある。

さてこれからが大変である。「南、投馬国に至る水行二十日、五万余戸。南、邪馬台国に至る、女王の都する所、水行十日陸行一月、七万余戸」これが議論の沸騰するところとなっている。

この文章をそのまま読めば、邪馬台国は九州を遙かに南下して南方海上に行ってしまう。もちろんジャワ・

スマトラ説を提案された東洋史学の先生もいらっちゃったが、畿内説では南を東の誤りとし、九州北岸から海路、陸路で東に進み、現在の奈良付近を邪馬台国に比定し、大和朝廷の前身とした。この時の投馬国は日本海経由ならば出雲か但馬、瀬戸内海経由ならば鯛で有名な鞆（とのおま）などが挙げられている。いずれも投馬と呼べないこともない。

一方九州説では陸行一月を一日の誤りとした。距離や日程の解釈にもいろいろと工夫を凝らし、九州北岸から海岸づたいに東または西まわりに南下したり、川を南下して九州の各地に邪馬台国を比定した。筑後国山門郡や肥後国山門郷など名前の似ているところもあるし、似ていないところもある。いずれも古い時代の古墳や遺跡が多く出土しているところである。

私が邪馬台国にはまったのは昭和50年代前半、新聞も拡げられない満員電車で毎朝1時間以上も乗らなければならぬ時に手にした文庫版の「まぼろしの邪馬台国」からである。高度成長期で休日でもままたまならない時期での通勤の往復2時間は、まさに私一人だけの秘密のタイムトラベルの時間でもあった。以来30年、邪馬台国から始まったこのタイムトラベルは、古代のロマンを求め、記紀の世界や日本国家の起源へと自由にその範囲を拡げていった。

サラリーマン生活34年、神経もかなりすり減らしてきているはずなのであるが、まだまだ心身共に大丈夫のようである。別に意識もしていなかったが、きっと時間も場所も制約されないこのタイムトラベルが、恰好のストレス解消であったのではなかろうか。

卑弥呼の墓は径百余歩、そのような古墳の中から魏の皇帝から賜った「親魏倭王」と刻まれた金印が見つかった時、この論争には終止符が打たれるであろう。見つかるとしたら久留米市近郊と密かに思っているのだが、早く見つかって欲しい気持ちが半分、永遠に見つかって欲しくない気持ちが半分……。

ずいそう

囲碁とサッカー

亀川 和正



若い頃は体を動かす趣味が多かったのですが、最近ではゴルフの他は囲碁とサッカー観戦が楽しみになってきました。私の碁はいつも大風呂敷を拵げ、盤面上で切った張ったと激しい戦いをしています。ご存じのように囲碁の世界では男女全く平等で年齢制限もありません。若くて綺麗な女性プロが増えてきて囲碁解説とくに活躍されています。一般的に女性の碁は激しいのが特徴のようです。この世界でも女性が強くなってくると男としては辛いものがありますが、幸いにもまだ男性棋士と対等には打っていません。やはり頭の構造が若干違うのでしょうか。ハーバード大学の学長が女性は科学者に向かないと云って非難をされていましたが、男が優秀であると言っているわけではなく、それぞれの持ち場があるのでしょうか。勿論例外な人はいるのでしょうか。

囲碁は頭脳のスポーツと云われており、目下オリンピックの正式種目になる運動も展開されているようです。白黒の石を交互に盤面に並べるだけの簡単なゲームですが「神様が暇つぶしに創ったゲーム」と云われており、その奥の深さはまさに深奥幽玄の世界です。

日本棋院の努力のおかげで世界中に囲碁ファンが増加中ですが、やはり現在のレベルで見ると日本、韓国、中国が3強で飛び抜けています。特に韓国は各種の世界戦で好成績を上げていて日本は中国にもやや分が悪い状況です。インターネット囲碁の普及で世界中どこでも囲碁が打てるようになりました。世界の隅々まで普及が図られたら本当の囲碁ワールドカップが開催されるようになってくると思います。個人戦も団体戦もあり、男女で交互に打つペア碁もありますから楽しみです。

また、ワールドカップといえばやはりサッカーです。サッカーも囲碁と同じで非常にシンプルなゲームですが各国の個性とチームカラーが出る不思議なゲームです。もうすぐドイツ・ワールドカップが始まりますが、Samurai Blueのユニフォームがドイツのピッチで躍動するのを楽しみにしています。球技の世界で日本が世界でトップに立つのは非常に難しいと思います。野球、バレーボール、バスケット、ラグビーなど種々のスポーツにおいて平均的な日本人の体格、筋力等から

見てやはり分が悪いと感じますが、サッカーに関してはこのハンディーを克服することが可能ではないかと思っています。

つまり、サッカーは個々人の能力よりもチームとしてのコンビネーション、意思疎通能力等がものを言う世界ではないかと思っているからです。日本人が持っている和の心に通じ、高度成長を可能にした気質にぴったりのスポーツと言えます。これに得点力が上がれば鬼に金棒となるのですが、なかなかフォワードに良いのが育ってこない所に問題があります。日本サッカーの課題はいつも得点力です。日本人フォワードの欠点はゴールに対する執念と言うか、我が儘度（エゴ度）が足りないことだと思います。これも農耕民族の悲しさか、和の精神が邪魔をしてフォワードとしての闘争心が弱いからでしょうか。でも日本社会もアメリカナイズしてフリーな競争社会が幸せだと勘違いしたのか、和の精神（談合）を破壊してきました。次の世代では優秀なフォワードが出てきそうですがコンビネーションが崩れる恐れもあります。

我々団塊の世代が子供の頃は、長島や王に憧れ野球一色でした。身近にサッカーの情報も無く、手が自由に動かせるのに何で手が使えないスポーツなのかと疑問に思っておりました。周囲にサッカー少年もおらず全然興味のないスポーツでありました。サッカーの面白さで最初に感動したのはイタリア大会でマラドーナが左足1本で5人抜きをしたシーンです。当時はエジプトで製鉄所建設工事に従事していたのですがアラビア語のTVを見ていても、対イングランド戦での彼のプレーを見たときは本当にびっくりし、なんとファンタスティックなプレーだろうと驚嘆の声を上げたことを覚えています。

日本のサッカーもレベルが上がりましたが、囲碁以上に世界一になるのは難しいと思っています。でも、ジーコジャパンが黄金の「ワールドカップ」を手にするのも夢ではありません。切符も予約できたし早く飛行機の切符を買いに行こう。問題は会社が休みをくれるかどうか……。

◆除雪機械展示会報告◆

ゆきみらい 2006 in 上越

——雪国から日本を元気にする——

新田 恭 士

平成 17 年度除雪機械展示会は「ゆきみらい 2006 in 上越」の一環として、平成 18 年 2 月 2 日（木）から 3 日（金）の 2 日間、新潟県上越市の「リージョンプラザ上越」駐車場において開催されました。今回は、新潟県中越地震の爪痕が残る新潟県で、さらに国土交通省に豪雪対策本部が設置される中での開催となりましたが、展示会には 18 社と 1 関係機関（北陸地方整備局）から除雪機械（装置を含む）は 43 台、除雪関連機器 24 品目が出展され、期間中は約 2,500 人の入場者で賑わいました。

キーワード：除雪，除雪機械

1. ゆきみらい 2006 in 上越

今回で 21 回を迎える「ゆきみらい」は、積雪寒冷地として北陸地方と同様の課題を抱える北海道および東北地方が連携し、

- ・克雪・利雪技術の現状や課題
- ・雪に強い街づくり
- ・雪国の歴史
- ・文化の継承

など、ハード、ソフト両面にわたる様々な取組みに対する情報交換を通じ、雪国の未来を展望し、地域の活性化を図り、雪国の発展に寄与していこうとするものです。

今回の開催地となった上越市は、新潟県の西部に位置し、人口 13 万 4 千人、面積約 250 km² で古くは、戦国武将・上杉謙信の城下町として栄えた県下第 3 の都市です。新潟県中越地震の発生から二度目の冬を迎えるこの時期に「雪国から日本を元気にする」をテーマに、雪国・中山間地域の防災という視点も含め、安心、安全な雪国づくりを考えるとともに、新しい技術や情報等を、見て、考えて、体験できるとともに、雪国の良さとして発信することを目的に平成 18 年 2 月 1 日（水）～4 日（土）にかけて各イベントが実施されました。

その中でも除雪機械展示会は、昭和 36 年を始めに毎年開催が継続されている歴史あるイベントです。その目的は、冬期の道路交通確保で大きな役割を担っている除雪機械を、地元市民を含む多くの方に積極的に PR すること、加えて積年の調査研究、技術開発により改良、高度化された除雪技術及び除雪機械の最新情報を一同に集め、除雪関係者に対する情報交換の場を



写真-1 テープカットを皮切りに展示会は開幕した

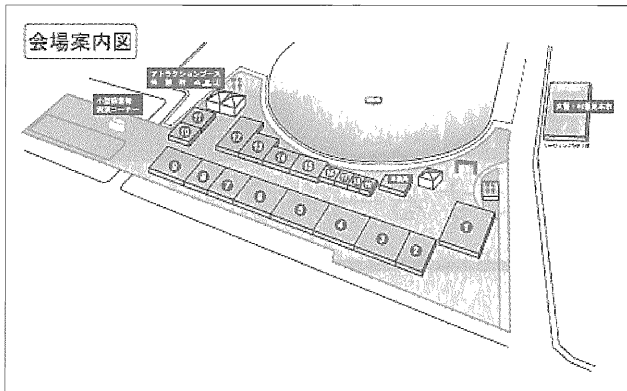
提供する事にあります。

開会式は、午前 10 時 15 分より社団法人日本建設機械化協会・小野和日児会長の主催者挨拶で始まり、国土交通省総合政策局・村松敏光建設施工企画課長の祝辞を受け、北陸地方整備局・大林厚次道路部長ら大会関係者 5 名によるテープカットを合図に地元引継がれる謙信太鼓の演奏により盛大に開幕しました（写真-1）。

また、開催初日の展示会場には、国土交通省の清治真人技監をはじめ、柳川城二北陸地方整備局長、望月達也企画部長らが視察に訪れ出展者の説明に熱心に耳を傾けていました。

2. 展示会場の概要

展示会場は（図-1）、リージョンプラザ上越で行われた企業や団体・主催者出展による雪社会を支える最新技術や防災技術展示及び県内各市町村の歴史、文化、



図一 展示会場レイアウト

地域紹介や物産等を展示・販売した「全国克雪・利雪見本市」, さらに外の駐車場で開催された除雪機械展示会(以下, 当会場)で構成されていました。

(1) 一般来場者への案内

会場レイアウトは, 利雪・克雪見本市の行われたリージョンプラザ内と外にある当会場を一体化するとともに, 会場入口前に大型看板や大型ゲートを設置して, コスト縮減に配慮しつつも効果的に見学者の集客を図っていました。

会場中央に設けられたアトラクションブースでは, 出展各社によるテクニカルプレゼンテーションの他, 作業中の除雪機械に関するパネル展示, 除雪関連ビデオの上映, 謙信太鼓の上演が行われ, 見学者の休憩施設としても利用されていました。

また, 地元小学校や幼稚園からも多数の見学者が来場しました。児童園児は, 北陸地方整備局職員らの引率により, 除雪機械の運転席に座ったり, 出展者が用意したクイズに答えたりと楽しみながら見学をしていました(写真一)。



写真一 見学に訪れた地元の小学生・園児らは除雪機械と楽しんだ

(2) 各社のプレゼンテーション

大型除雪機械による実演会は, 会場広さの制約から計画されませんでした。それに代わるものとして, アトラクションブースにおいて, 出展各社がビデオやパワーポイント等による展示機械の作業状況や新技術紹介を各社 10 分程度のプレゼンテーション(1日2回)を実施しており, 入場者の関心を集めていました。

(3) 小型除雪機械の実演

大型除雪機械による実演は会場広さの制約から実現しなかったものの, 出展企業 5 社による小型除雪車の実演が行われました。実演では, 操作性や雪づまり対策などが改善された点などが紹介されました(写真二)。



写真二 会場の広さの制約から小型除雪機械による実演が行われた

(4) 座談会「積雪期地震にどう備えるか」

主催者である日本建設機械化協会が, 「ゆきみらい 2006 in 上越」の開催を記念し, 除雪機械展開催に先立ち平成 17 年 12 月 7 日に「積雪期地震にどう備えるか」と題して座談会を開催しました。社団法人日本建設機械化協会北陸支部長の和田惇氏の司会のもと, 長岡技術科学大学の上村靖司氏, 国土交通省北陸地方整備局の今野和則氏, 東日本高速道路株式会社の諫山武歳氏, 社団法人新潟県融雪技術協会の池野正志氏, 社団法人日本建設機械化協会の山名良氏により活発な意見交換がなされました(本誌 48~55 ページ)。

3. 出展機械の概要

今回は, 18 社と 1 関係機関(北陸地方整備局)から除雪機械(装置類を含め)43 台と除雪関連機器 24 品目が出展されました。

表-1 除雪機械展示会出展機械・機器一覧表

ブースNo.	出展会社名	出展機械・機器	型式、規格
①	コマツ	ホイールローダ 油圧ショベル 小型除雪機 小型除雪機 定置式融雪剤散布装置	WA200 除雪仕様 PC200-8 KSS6SDF-1 ユキダス KSS22SDA-6 ユキダス DSF008/DSF020 まきえもん
②	コベルコ建機(株)	除雪ドーザ ホイールローダ ミニショベル	LK150Z マルチアングリングブラウ仕様 LK50Z キャブ仕様 SK30SR キャブ, クレーン仕様
③	新キャタピラー三菱(株)	ホイールローダ ホイールローダ 散布機 油圧ショベル	901B 962H KS-500 305C-CR
④	日立建機(株)	ホイールローダ ホイールローダ ミニホイールローダ ミニショベル 歩行型ミニローダ	LX110-7 マルチブラウ仕様 LX80-7 スノーバケット仕様 LX20-7 バケット仕様 ZAXIS30U-2 バケット仕様 ML30 バケット仕様
⑤	TCM(株)	ロータリ除雪車 ホイールローダ ミニホイールローダ スキッドステアローダ	JR180-3 2.2m級 ZW220 除雪ブラウ仕様 L4-2 キャビン, バケット仕様 705 バケット仕様
⑥	川崎重工(株) / (株)日本除雪機製作所	ホイールローダ ロータリ除雪車 小型凍結防止剤散布車 定置式散布装置	50ZV ロータリ除雪装置付き KBR102 草刈装置付き MV81 ロータリ除雪装置付き
⑦	新潟トランス(株)	ロータリ除雪車 ロータリ除雪車 ロータリ除雪車	NR282 2.2m級 NR81 1.3m級 NR30P とらん丸
⑧	開発工建(株)	ロータリ除雪車 ロータリ除雪車 ロータリ除雪車 汎用ブラウ 凍結防止剤散布装置 草刈装置	HK152K HK131K HK100V HK160P HK500R HK130MD
⑨	三菱ふそうトラック・バス(株)	除雪トラック	10t級 6×6 4.2m ブラウ+グレーダ
⑩	いすゞ自動車(株)	除雪トラック トラックシャーシ	PB-NKS81 散布装置付き PJ-FTS34F4
⑪	日産ディーゼル工業(株)	除雪トラック	ADG-CF4XL H17 排出ガス規制適合 (4×4)
⑫	北陸技術事務所	小型除雪車 多機能除雪車 災害対策本部車 地震体験装置	1m級 簡易操作型 トラック:10t級 ロータリ:96kW級 拡幅型
⑬	日野自動車(株)	凍結防止剤散布車用シャーシ	10t級 6×4 FS1EP型
⑭	岩崎工業(株)	除雪トラック	10t級 6×6 グレーダ装置付き
⑮	範多機械(株)	凍結防止剤散布車 凍結防止剤散布装置 凍結防止剤散布装置 凍結防止剤散布装置	MS-25BIT(D) 2.5m ³ (4×4) MS-10MGH 1.0m ³ (車載式) 0MS-03H 0.3m ³ (車載式) 0MS-01D 0.1m ³ (人力式)
⑯	矢崎総業(株)	施工管理システム ドライブレコーダ デジタコ	YAZAC-IC8 YAZAC-eye DTG2
⑰	(株)パトライト	散光式警光灯 散光式警光灯 LED小型グリル灯 車載用LED表示ボード 屋外安価フルドットLED標識装置	NZシリーズ AXシリーズ LAS型 VDシリーズ VH型
⑱	(株)拓和	路面凍結検知器 重量式雨量計 地中通信システム間隙水圧計 地中通信システム転倒センサー 降雪検知センサー	OPR-500F TWO-S
⑲	日工(株)	定置式路面凍結防止剤散布装置	NIB-2K ジェットくん

出展機械は、表—1に示すような除雪トラックやロータリ除雪車、除雪ドーザ、凍結防止剤散布車、小型除雪車や除雪関連機器等、最新鋭の機種が展示されました。

4. 出展機械の特徴

(1) 除雪トラック

除雪トラックは10t級を中心に4社から4台が展示されましたが、いずれも安全性や運転・操作性の向上が図られていました。

特に、世界一厳しい排ガス規制である「平成17年(新長期)排出ガス規制」に適合した除雪トラックをいち早くクリアした車種も展示されており、各社独自の環境対策への熱心な取り組みが見られました。

また、凍結防止剤による対腐食性を高めた除雪専用ボディーやサイドシャッター付きのプラウ装置なども展示されました。

(2) ロータリ除雪車

車道用のロータリ除雪車は、従来の除雪幅2.6m級に替わり交通阻害を緩和した2.2m級が主力となっています。また歩道用は、歩道幅員は除雪区間等に併せて使い分ける必要からハンドガイド式と搭乗式に区分され、除雪幅1.0~1.5mまでの機種展示となりました。

今回の展示では、会場広さの制約から小型除雪車のみが実演可能だったため、小型除雪車関連の出展が多くみられました。

歩道用小型ロータリ除雪車では、狭隘な歩道の除雪作業に適した車体屈折かじ取り式や走行方式が無段変速により操作簡易となる油圧式の種類が見られました。またアタッチメントとして散布装置、プラウ装置、草刈や散水、清掃装置等も開発され、年間を通じて活用できる機械になった機種もあり、関係者の興味を引いていました。

(3) 除雪ドーザ及びスノー・ローダ

除雪ドーザ(ローダを含む)は6社から小型から大型までの12台が展示され、除雪機械としての主力機械と共に市販性の高いことが示されました。

小型機種では、バケット装置の他、プラウやブレード、ロータリ除雪装置等のアタッチメントを取付けることができるなど、汎用性の高い機種が多く展示されました。また、キャビンに大きな平面ガラスを採用し良好な視界を確保し安全性と作業性を高めた機械も展

示されていました。

大型機種では、新型のロータリ除雪装置を装着したタイプの機械や、幅広い作業に適したマルチプラウを装着したタイプの展示も目を引きました。居住性を重視した運転席、運転・操作性を高める無段変速駆動方式、走行路面によるピッチングやバウンドを少なくする振動抑制装置等が標準装備され、格段に操作性の良くなったことが説明されていました。国土交通省の三次規制対策型エンジンを搭載した機種も見られました。

(4) 凍結防止剤散布車等

道路管理者が、冬期道路交通確保において道路利用者から圧雪路面や凍結対策等の管理レベル向上を求められるなか、凍結防止剤散布作業が除雪作業量に多くを占めることから展示品数も多く出展されました。

凍結防止剤散布車は2台(内1台はロータリ除雪装置付き小型散布車)、車載装置式は0.3~1.5m³の3機種、その他小型の手押し式0.05m³等、1機種合せて4種類が展示され、現場ニーズの高さを反映して見学者も多く集まりました。

散布車は、均一に散布するため走行速度に同調したものが主流となっています。車載装置式においては、従来の乾式に比べ散布ロスが少ない湿潤散布式も展示されていました。

また、狭い歩道への散布を行う歩道除雪車用アタッチメントや、スリップなどの起きやすいカーブや橋梁の路面对策用に開発された定置式散布装置も展示されました。

(5) 除雪関連機器

除雪関連機器については、3社から13品目が展示されていました。特に「建設機械施工管理システム」は、除雪機械の稼働記録システムとして広く普及されていますが、近年の電子化が進む中、一段とハード・ソフトの両面において工夫改善が凝らされ、リアルタイムで状況把握が可能となる新システム等が紹介され、見学者が熱心に聴いていました。

また、路面状態を自動で判定するシステムや、積雪計、塩分濃度計等の雪氷測定器等が展示され、現場への普及が期待されます。

除雪作業の安全性を図るための黄色灯、警告灯あるいは標識表示装置(LEDタイプ)等や、除雪車に欠かせない各種のスノータイヤやタイヤチェーンが展示されていました。

その他、車両の急ブレーキ等の衝撃を感知し、その前後の映像を記録するドライブレコーダなども出展さ

れ来場者の興味を集めていました。

(6) 北陸地方整備局の出展機械

北陸地方整備局北陸技術事務所からは、新規に開発された簡易操作型小型除雪車、多機能除雪トラックを展示したほか、昨年度の災害で出動した災害対策本部車、大容量排水ポンプなどが出展されました。

(a) 簡易操作型の小型除雪車

国土交通省が推進するボランティアサポートプログラム（VSP）に対応し、住民ボランティアらによる歩道除雪を推進するため北陸地方整備局が開発した「扱いやすく」「安全性の向上した」新型の歩道用除雪車。

- ・雪詰まり防止機構（過負荷防止式、積雪深別速度制御装置式）
- ・操作レバーの集約化（新型ジョイスティック）
- ・不陸追従機構
- ・シャーピンレス機構（シャーピンレス方式、ワンタッチ方式）

などを開発し搭載していました。

(b) 多機能除雪車

除雪費のコスト縮減を目的に開発したものであり、除雪トラックのプラウ装置部を脱着しロータリ除雪装置を取付け、新雪除雪や路側に寄せられた雪を投雪や積上げる拡幅除雪までを1台の車両で対応できる機械です。

年間降雪量が少なく比較的ロータリ除雪車の稼働時間が少ない地域に配備できる除雪車です。

(c) その他

展示された災害対策本部車の内部には、昨年度の新潟県中越地震に関する写真パネルが展示されるとともに、旧山古志村の河道閉塞箇所で活躍した大容量ポンプ装置や、地震体験装置が展示され北陸技術事務所の防災業務について紹介がなされていました。

示機械による実演をすることが出来なかったため、小型除雪機による実演コースを設け、併せてアトラクションブースにおけるプレゼンテーションによる広報と、地域住民の皆さんが会場に入りやすいような工夫を行いました。具体的には大型案内看板の設置、見学しやすい導線及び展示車両には階段を設け、運転席から作業雰囲気を感じ取れるようにするなど、見学者に配慮した会場作りでした。これらについては、大方の好評を受けたと聞いています。

依然として仮設住宅で暮らす方々が残り、引続き新潟県中越地震の影響も危ぶまれる中、追打ちをかけるように今年は記録的豪雪に見舞われ、各地の方々から開催を心配する声も聞かれました。このような状況下で開催された除雪機械展示会であり、除雪機械のオペレータなど、持ち場を離れることができずに展示会に来場できなかった方々も多くと推察されるなか、開催両日も好天とは言えないまでも多くの方が展示会場に見えられ、賑わいある展示会となりました。

来場された除雪関係者の皆さんには、最新の除雪機械を紹介するとともに、地域住民の皆さんや地元小学生には、除雪機械の重要性や必要性の認識と除雪作業を理解してもらう良い機会であったと考えられます。

来年は、福島県会津若松市での開催が予定されており、この除雪機械展示会がますます盛大に発展していくことを期待します。最後にこのたびの除雪機械展示会に御協力頂いた、自治体の新潟県、上越市並びに出展各社、さらに企画、運営に携わった実行委員会関係各位に厚くお礼申し上げます。

JICMA

【筆者紹介】

新田 恭士（にった やすし）
国土交通省北陸地方整備局企画部
施工企画課長



5. おわりに

今回の除雪機械展示会は会場が狭いために大型の展

■ゆきみらい 2006 in 上越「除雪機械展示会」記念座談会■

積雪期地震にどう備えるか

出席者

司会	和田 惇	社団法人日本建設機械化協会北陸支部長
	上村 靖司	長岡技術科学大学機械系講師
	今野 和則	国土交通省北陸地方整備局道路部地域道路調整官
	諫山 武歳	東日本高速道路株式会社新潟管理局保全グループリーダー
	池野 正志	社団法人新潟県融雪技術協会技術委員長
	山名 良	社団法人日本建設機械化協会常務理事

社団法人日本建設機械化協会では、ゆきみらい 2006 in 上越「除雪機械展示会」の開催を記念し、平成 17 年 12 月 7 日に、「積雪期地震にどう備えるか」と題して座談会を開催しました。この報告は、座談会の発言の要旨をまとめたものです。



和田 一昨年から中越地区を中心に、7.13 水害、新潟県中越地震（平成 16 年 10 月 23 日）、19 年ぶりの豪雪。更に、梅雨前線豪雨と次々と災害が襲って来たという感じがします。今日は地震と豪雪という分野について、特に積雪期の地震にどう備えるかをテーマにお話し頂きたい。

第 1 番目のテーマは、各組織等でこの地震に対してどんな対応をし、どういう成果を上げたのか。2 番目には、その活動を通じて何を教えられたのかと。3 番目に、この経験を踏まえて積雪期地震に、どう対応したらよいかを雪国から発信をしていきたいと思っています。

1. 新潟県中越地震の対応



今野 最初に地震の被災状況と復旧状況からお話しします。新潟県中越地震は平成 16 年 10 月 23 日に起き、震度 7、マグニチュード 6.8 でした。北陸道、関越道が全面通行止めになり、直轄管理の国道 8 号、17 号、116 号で、12 箇所が全面通行止めになり、60 箇所が被災を受けました。県管理の国道、県道で、224 箇所が全面通行止めとなり、被災箇所数としては 970 箇所、市町村道では 2,200 箇所が被災を受けました。これに伴い 61 集落が孤立しました。特に山古志村では全村避難となりました（写真-1）。

次に復旧状況は、被災から 19 時間後の 24 日には高

速道路の方は緊急車両の通行を確保しました。25 日には、直轄国道において国道 17 号の和南津トンネルを除き車輦の交通を確保しました。この和南津トンネルにつきましては、11 月 2 日、片側交互通行ですけれども、車輦の交通を確保しました。11 日に、国道 291 号を権限代行の国直轄で復旧をするという事で、工事に着手しました。

12 月末までに直轄国道は全線の 2 車線交通を確保しました。県管理の国道、県道は、12 月の下旬までに山古志や冬期道路閉鎖区間を除いて、生活道路の通行を何とか確保しました。除雪に関しても、全体 5,170 km のうち山古志など 25 km 程を除き確保し、消雪パイプについても応急復旧を完了しました。市町村道は生活道路の 9 割程は通行を確保した状況でして、消雪パイプについては、復旧できなかった所がありま



写真-1 新潟県中越地震による山古志村の被災状況

したが、機械除雪で対応しました。橋梁の被災については、阪神淡路大震災以降、耐震補強を進めてきましたので致命的な損傷はありませんでした。

市町村への雪対策支援としては、11台の除雪機械と雪降ろしのための雪上車3台も支援しました。



諫山 関越道に非常に近い所が震源地ということで、阪神淡路と比べて土工箇所が相当壊れています。盛土部の4車線が全部無くなるというような大規模な崩壊でした。橋梁関係につきましては、阪神淡路と比べまして、ほとんど座屈は無く、桁全体が揺れて、支承部分が相当壊れるという状況でした。

当日の通行止めは関東周辺までの広範囲にわたり、開通延長の約8%の580kmがこの地震により通行止めとなりました。

大きな被災を受けた箇所は、傾斜地の盛土(写真-2)とか沢地へ盛土した箇所に限定されていますが、その他、舗装の段差・クラック等で車の通行が出来ない状態でした。

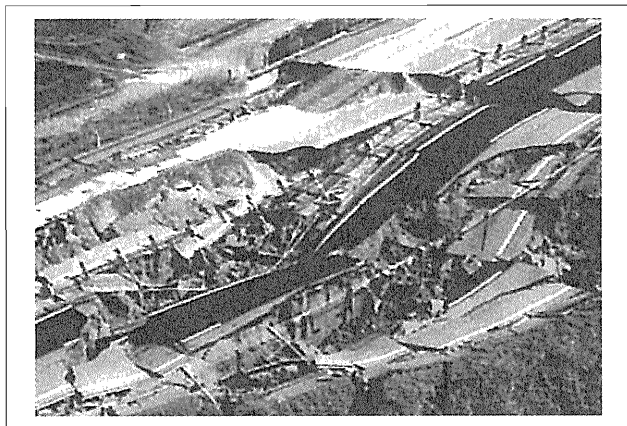


写真-2 盛土部の大規模崩壊

このような被災地の復旧支援のためにも、いち早い交通路の確保が必要ということで、第1段階として、舗装路面の段差に車が通過する部分だけ土嚢の敷設などの対応を行い、19時間後には緊急支援車輛の通行を可能にしました。また、上信越道と磐越道が、首都圏と新潟を結ぶネットワーク路線になっていますので上信越道と結ばれている北陸道の復旧を最優先に行いました。

第2段階として、100時間後の10月27日に緊急車輛の安全な走行を確保しました。

第3段階として13日後、一般車輛が通行できるように一部、2車線で解放しました。

第4段階として、被災地は国内有数の豪雪地帯のた

め、降雪前の4車線確保が必要と判断し、24時間体制で工事を進め、11月26日に4車線確保しました。高速道路の応急復旧につきまして、この4段階で実施しました。



池野 消融雪施設の被害状況と災害時の対応ですが、新潟県の施設の総数は3,077箇所、施設の延長1,025kmです。被災地の長岡・小出・十日町・柏崎の4つの地区で消雪パイプの延長は420km、井戸の本数1,358本ですが、被災箇所は346箇所、延長は12.9kmです。

新潟県融雪技術協会で施設の被災状況を調査したところ、ポンプ室やポンプの地上部が壊されていて水が噴き出ているものや、ポンプが井戸の中に落下してしまったものがありました(写真-3)。

11月初頃から協会として施設の点検を開始しました。まず消雪パイプのチェックリストを作成し、施設の点検に臨みました。

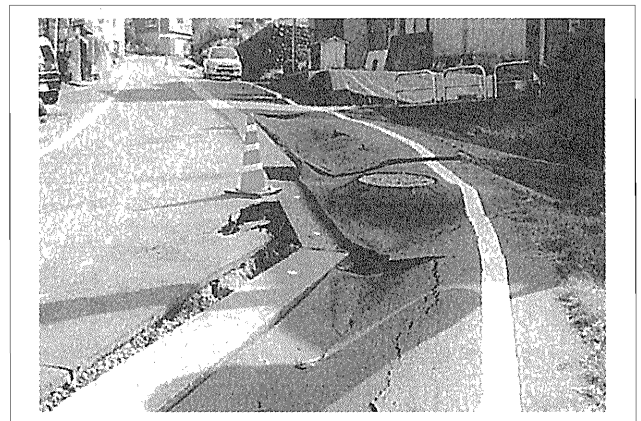


写真-3 消雪パイプの破損

12月末までに、県管理の消雪パイプは80%復旧しました。市町村については25%程度という状況でした。消雪パイプの仮復旧により、何とか路線が確保されましたが、未復旧の地域では渋滞が発生していました。未復旧地区では機械除雪というところもありました。

和田 ありがとうございます。社会資本の回復状況をお話をいただいたわけですが、早く復旧出来たのは、かつて豪雪の時にいかに早く対応をしたかというような地域の文化というものがあるに反映したのではないだろうかと思っています。

このように10万人が避難をするという混乱の最中に、この社会資本整備が大きな光を与えたと思います。本当の復旧というのは何なんだろう。これはやっぱり

地元の方の心が復旧されたかどうかではないかと思いましたが。そういう意味で、上村先生の新しい活動が一つの回答になるのではと思っています。



上村 後日激震ゾーンと名付けられた川口町和南津に実家があります。実家の様子を見に行く中で、大変な震災であったのだと感じると同時に、まもなく来る冬がさらに深刻な事態をもたらすのではないかと、という強い懸念を抱きました（写真—4）。



写真—4 建物の被災（川口町）

その焦りの思いから、全国の雪の研究仲間に応援要請をしました。何十年も掛かって積上げてきた、この地域のインフラストラクチャとライフスタイルが、冬の雪の問題を克服してきたわけです。それらのほとんどが破壊されて、「いつも通りの冬」が期待出来ない状況で、どうやったら雪災害を減らすことが出来るのかと考えました。11月2日に中越地震雪氷災害調査検討委員会を発足しました。メンバーは日本雪氷学会、日本雪工学会の研究者と実務者です。

まだ起きていない災害を、データも無い中で、頭の中だけでシミュレーションするという前例の無い事をやってみました。11月14日に発表した「中越地震後の雪氷災害軽減のために」という報告書には、道路、融雪災害、雪崩、建築、生活関連の五つの分野に分けて想定された災害のシナリオと、残された2カ月間で出来る具体策を書込みました。そして何よりも住民の皆さんにその内容を伝える事が重要と考え、行政や住民への周知に努力しました。

時々刻々と状況が変わる復旧の進捗を睨みながら、この冬に何に注意すべきかという事を一枚のリーフレットにして4万5千部発行しました。その他にも、テレ

ビ、ラジオ、新聞といったメディアを通じて繰り返し繰り返し伝えました。それでも不十分であり、我々自身が出向いて支援する事、ボランティア団体の方達との連携を模索しました。

幾つか事例を紹介します。まず、長岡市の栖吉小学校の先生方の協力を得て、「雪みち点検」を行いました。弱い立場での視点で減災支援が必要であろうと考え、子供達が歩く経路について、危険箇所を点検し、地図上に整理して、保護者の方に配布をしました。

それから、これから間に合う冬の対策、例えば住宅の応急補強策や屋根の雪降ろしの安全対策をホームページを通じて発信し続けました。

被災地の大半の人は、インターネットで情報を得るのが難しい事も分かりましたので、学生10人でチームを組みスノーパトロールと称して被災された地域を週に1・2回、巡回しながら、困っている事を聞いたり、我々の届けたいメッセージを伝えたりしました。



山名 日本建設機械化協会は、会員が建設機械メーカー、ゼネコン、レンタル、コンサルタントと多くの業種で構成されています。

本部として何が出来るかを検討しておりました。除雪機械が不足する事が想定されましたので、11月9日から除雪機械の保有状況の調査を始めました。また北陸地方整備局及び新潟県からの情報に基づき、11月22日には、本部及び支部から会員のメーカー及び建設業者等に対し除雪機械の支援依頼をしております。11月30日に、8社から25台が提供できるという回答を頂きました。

県からの情報では道路除雪用の機械は大型よりも、崩落等で通行道路が狭くなっている箇所が多く、小型の要望が多い。また、仮設住宅用の除雪機械がないということでした。

北陸地方整備局からは道路除雪用として小型除雪機械を、日本建設機械化協会からは仮設住宅用として4市町村から要望のあった11台を必要な箇所に配置されました（写真—5）。当初は3月末までの予定でしたが大変な雪でしたので、4月20日まで延長し支援が終了しました。お陰様で北陸整備局から感謝状をいただきました。

もう一つは、現地調査団を派遣しております。災害復旧、震災対策に役立つ技術的研究とか検討課題等を把握する事を目的に調査を実施し、報告書を作成いたしました。調査団は、当協会の近藤常務理事（当時）を団長として、8人のメンバーで12月15日から17日の3日間、関係者のヒアリングや現場調査を行って

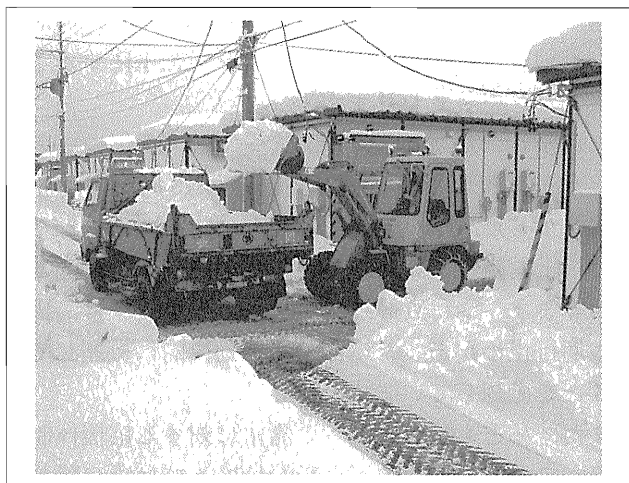


写真-5 支援機械の活躍（長岡市仮設住宅）

おります（本誌，660号，52-54 ページ，2005年）。

2. 新潟県中越地震の検証

今野 今回，情報の共有化，一元化の重要性が再認識されたと思います。

地震の直後は，なかなか情報が入ってこない，夕方ですぐ暗くなる，通信手段が無く連絡が取れないというような状況がありました。

国は，即日新潟県庁内に現地支援対策室を設置しました。災害担当の内閣府を中心に，国土交通省，農水省，総務省，消防庁といった関係機関全てが参加しました。当然，県災害対策本部と同じ建物の中で，要請，問合わせに迅速に対応することができました。北陸地方整備局も担当者を派遣し，本省との連絡や県との情報の共有化・連携の体制ができ，円滑で迅速な対応が可能となりました。また，外へ向けた情報発信でも，今回 GIS を使って国道と県道の通行止め情報を地図情報として配信しました。国道・県道の管理者情報を一元化して地図上に示すことで，NPO，ボランティアの方の救済活動に大きな成果を上げました。

長岡国道事務所の方でもホームページを使って，規制の情報あるいは渋滞の情報などを，インターネットや携帯電話のサイトを通じて情報提供をしております。マスコミへの対応も今回は本局の方が窓口になって行っており，現地は復旧に専念出来たという事で良かったと思っています。

事務所の方では毎朝打合わせをして情報を共有すると共に，イントラネットを使って順次入ってきた情報を共有するというような事もしたと聞いております。そういう事も含めて，今回，情報の共有化，一元化の重要性を再認識したと思っております。

今回の地震で特徴的な事は，被災が山古志とか中山間地域で，陸路から行けない所が多かったため，なかなか被災状況を把握出来ませんでした。その時に活躍したのがヘリコプターでした。

北陸地整がチャーターしているヘリコプターや他地整のヘリコプターも動員して情報収集あるいは物資の輸送をしており，発生から1カ月の間に27日間稼働しました。これが被災状況の把握に非常に役立ちました。今回の河道閉塞のあった被災現場は孤立し，重機が入って行けませんので，機械を分解し，空輸しました。次の段階では台船を空輸しております。これによって，現地の作業効率が飛躍的に向上しました。

その他特徴的な事は，長岡市妙見の三人の親子が被災した箇所ですが，救出・収容活動に遠隔操作式のバックホウを導入しています。これは無人化施工を旨とし開発してきた機械です（写真-6）。これはユニット式で，メーカーを問わずに遠隔操作が可能になっています。



写真-6 無人化施工機械の活躍

平成16年度は19年ぶりの豪雪と言われており，19年前の「61豪雪」時に近い雪が降りました。長岡国道の管内平均で16年度の累計降雪量が836cmで，平成6年から15年までの平均が582cmですので，昨年度は1.4倍，小千谷で1.7倍，震源地に近い川口で1.6倍ということになります。

昨年度の除雪の特徴ですが，国道17号の堀之内工区の除雪機械の走行速度が当初10%から15%程低下しています。しかし，3月には例年並に回復しました。豪雪と震災との関係は不明ですが，運搬排雪が多かったと聞いています。

県は除雪に当たって，家屋の被災が多かったため，被害拡大を防止するために慎重な除雪作業をしたと聞いていますし，雪崩対策として雪崩危険箇所の通行規制や，雪崩の危険情報の提供，雪崩パトロールの強化

を実施しました。

地震後の豪雪に対し、復旧や除雪に様々な対応が必要だと思いました。

諫山 高速道路の広域ネットワークの重要性を再認識したという事です。

首都圏から新潟に入る路線として、上信越道と東北道經由磐越道がありますが、関越道の通行止めにより、上信越道は通常9,000台が13,000台に、磐越道6,500台が10,600台に増え、一般開放した後は、上信越道8,900台、磐越道6,700台で元に戻ったと言う状況で、首都圏と新潟を結ぶ路線のネットワーク効果が発揮できたと思っています(図-1)。

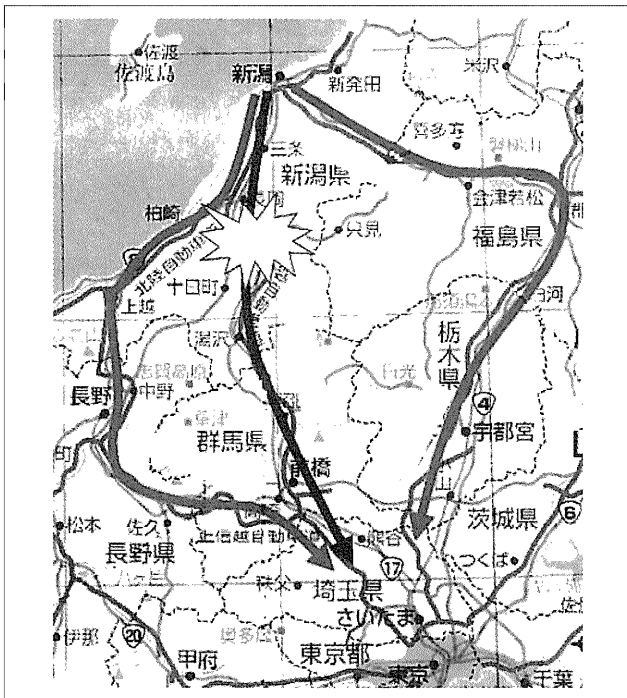


図-1 高速道路の広域ネットワーク

それから4車線の効果という事で、今回19時間という非常に短い期間で緊急交通路を確保しましたが、迅速な復旧の大きな要因は、この路線が4車線あったことだと思っています。特に4車線全幅が壊れたところは1箇所だけ、あとは片側車線でも残っていたので復旧が早められました。工事をするためには当然資材運搬路を確保しなければならないわけで、2車線ではここまで早く復旧は出来なかったと思っています。

今回、これほどの大災害の中で事故車輛や怪我人がほとんどなかったのは、何か原因があるのではないかという事でお客様にアンケートを行いました。この結果、最初の地震ではなく、後の余震で被害が大きくなったと聞いております。お客様は最初の地震で停止又は低速走行を行われたことで崩落箇所にも巻き込まれること

が無かったようです。このような状況でしたので、今後とも地震直後の対応についてお客様にPRすることが重要だと思っております。

それから、被災区間では昨シーズン19年振りの大雪となり、視界不良などで関越道が16時間通行止めになりました。その時の交通状況は震災時と同様な状態で、上信越道や東北道・磐越道經由により迂回されております。やはり高速道路のネットワークは、雪による通行止めがあった場合でも、効果的に機能していることを確認しています。

また、私どもは首都圏への雪氷に対する応援体制を構築しており、関東方面と新潟地区とでは雪の降り方が全然違います。新潟は西高東低の冬型の気圧配置で雪が降りますが、関東は南岸低気圧の通過で2月の終わりから3月の終わり位にドカ雪が降ることが多く、関東方面に降雪が予想される場合は湯沢から応援出来る体制をとっています。

民営化により昨年10月から東日本高速道路株式会社と中日本高速道路株式会社とに分かれましたが、今後とも協力、応援体制については継続して行きたいと思っております。

池野 消雪施設の検証ですが、今回の災害で学んだものがいくつかありました。

第1は施設台帳についてです。

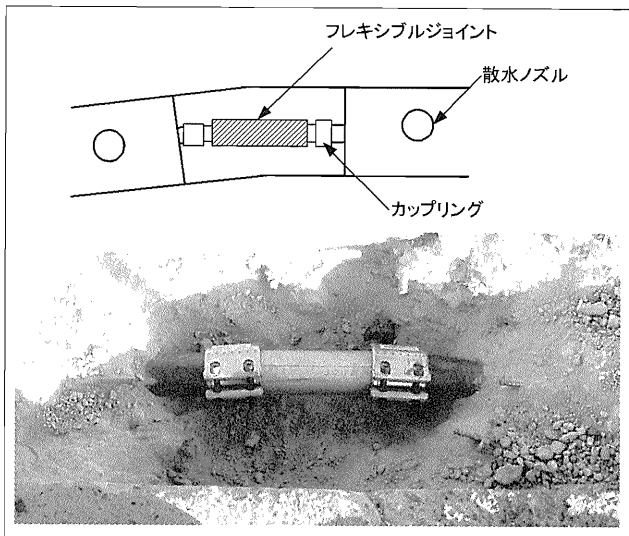
国、県については、台帳が整備されておりますが、市町村につきましては未整備が多く、整備されてあっても履歴が無い、変更したものが加えられていなかったために、管路の状況が分からないなど、迅速な対応が難しかったところもありました。また、行政と企業の連携体制ですが、データが無い、地図が無いなど連絡体制が上手く出来ていなかったために、迅速な対応が出来なかったという事もありました。災害時に対して消雪施設の台帳整備や資料の共有化をするという事が大切だと思いました。

2番目として私達が現場で施設を見ながら、地震に強い施設が必要だと思いました。

まず、隣接する消雪パイプ施設と連結出来る装置が欲しかったという事です。この町は被害が無くて水が出るが、200m離れた町内は被害に遭い水が出ないところがありました。これらを連結すれば、降雪強度が強い時はシャーベット状に残るかも知れませんが、通常の降雪であれば連結した消雪パイプで何とか道路は確保できたのかなと思いました。

また、ポンプ地上部についてですが、破損した場合に取替えようとしたのですが、設置されているポンプメーカー毎に寸法が違って、修繕が上手くいかなかった

たという事です。この地上部の規格を統一したいものです。また、ポンプ室の配管にフレキシブルジョイントを設けていれば、振動、傾きを吸収出来るという事です（写真一7）。



写真一7 フレキシブルジョイントによる配管の補修

3番目として、地域の人達にとって飲料水は何とか確保できたところもありましたが、雑用水に使える水源として消雪パイプの井戸が利用できると思いました。

台帳が整理されているところはその水質が整理されております。水質の良い井戸を日頃からチェックして、災害時には雑用水として使用することが可能です。

上村 冬の雪害を心配したというお話をしましたが、道路に関しては何とか普通に過ごせるくらい回復したと思います。

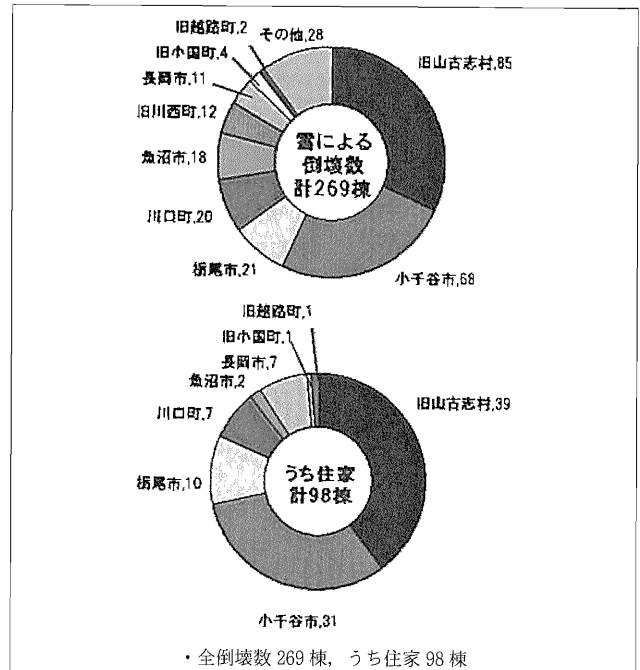
春先の雪解けによる融雪洪水とか土砂崩れダムの決壊という事も心配しましたが、山古志で12月28日頃仮排水路が出来上がるなど、公的機関が管理している部分については、驚くべき回復力でした。

ところがやはり住民生活に関わる建築物、生活に関連する雪降ろし中の事故等については、心配が払拭される状況にはならない。膨大な数の損壊家屋に対して、応急修理制度とか生活再建支援制度といった制度の枠組みの理解が難しい、行政も対応しきれない、大工の手が足りないなど、応急復旧や緊急補強がほとんど間に合っていなかった。

冬に入ってから雪の重さで269棟の建物が潰れました。そのうち住家が98棟でした。内訳を見ますと、住家98棟のうち山古志村と小千谷市で70棟です。つまり避難勧告・指示が出たまま冬を迎えざるを得なかった地区が大半でした（図一2）。

このことは、この豪雪の地域では、雪降ろしが十分

に出来ずに放置すれば、家を護りきることができないということを意味します。震度7を記録した川口町が、冬の前に倒れる危険がある建物を約150棟引倒しました。そういう点では川口町は早めに動いていたために、冬に倒壊して2次災害を引起こすことを防いだのです。



図一2 雪荷重による倒壊建物

もう一つ非常に心配したのは除雪作業中の事故です。労働災害などと比べますと、少なくとも16倍以上のリスクがあるとわかっています。つまり除雪作業自体が危険を伴うものなのです。

地震の影響で家が傷んでいますから住民は早めに雪降ろしをする、ということは例年5回で済んでいた雪降ろしが10回になる、屋根の瓦がグラつく状態で足場が悪い、地震から3カ月が経過し身体的にも精神的にも疲れがピークに達する、という3つの事が重なって、除雪中の事故が増えるのではないかと心配していました。結果、167名の方が怪我をされたり亡くなったりしました。

図一3のグラフで●点が亡くなった方です。このように雪が降りますと、2、3日遅れて死傷者が増えることが分かります。死亡事故が増えるのは、雪の降り始めよりは厳冬期から融雪期にかけての時期です。

内訳を見ますと、水路転落、転落、落雪がありますが、水路転落も実は除雪中に水路に落ちるというケースが大半ですので、除雪中の事故が大半と言えます。

市町村別では、魚沼市、小千谷市が6名、4名と際立っています。人口から考えると、2年に1人亡くな

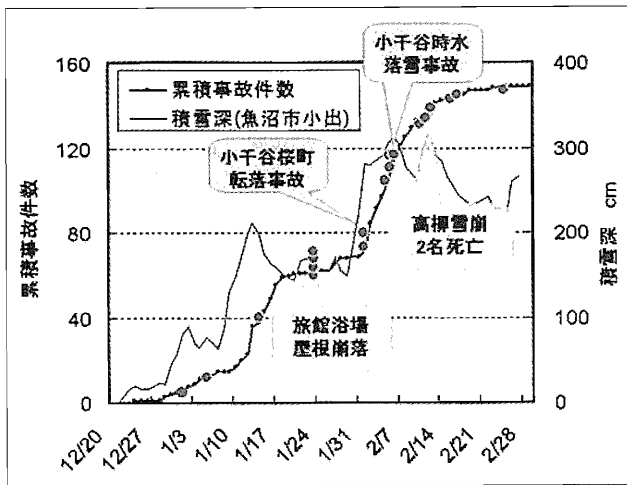


図-3 雪に関わる人的被害（平成16年度）

るぐらいのリスクの地域ですから、地震の被災地で集中して人的被害が発生したといえるでしょう。我々が懸念していた事が、現実になってしまいました。こういった事を防ぐのは非常に難しいことだと思いました。

山名 北陸地方整備局が使用した遠隔操作の無人化施工機械は、きっかけとしては雲仙普賢岳の災害での復興工事から大々的に国土交通省で取組まれてきたものですが、そういう成果が実ってきたと思っております。

今回分解してヘリコプターを利用して現場に運びましたが、災害の時に分解をするという前提で機械が設計されていないという事は最大の問題点です。併せて災害のために何をやるのかとか、遠隔操作オペレーターの問題等多くの課題がまだまだ残っています。10年近く取組んできた成果が良い形で出てきたと思いますが、現場で使いやすいものにするには、まだ改良改善の余地があると思います。

除雪機械ですが、一般の建設機械のようにレンタル、リースの機械もほとんど無く、数も少ない状況で、災害時は現存の機械をより効率的に使う方法を検討すべきだと思います。それから一般の建設機械も含めてではありませんが、災害の発生直後は需要や現場のニーズが非常に急に高まって、情報が輻輳し、本来1のニーズのところへ5にも10倍にも膨らむ傾向がありますから、その辺の情報整理を検討する必要があると思います。

3. 積雪期地震にどう備えるか

上村 今回の経験は地震と雪の複合災害を考えるチャンスです。

地域によっては寒さも問題になります。冬の地震の発生時期から厳冬期、積雪期、融雪期、降雪前の4段

階でシミュレーションすべきと考えています。とくに、積雪期には屋根雪の雪荷重が家屋の倒壊率を高めます。アンケート調査では全壊数が6倍にもなるという結果が出ています。そうなれば要救助者も増えますが、雪があって救急車も近づけない可能性もある。

地震後3日間の対応が重要と言われていますが、避難や移動が困難なうえ、毛布などの援助物資が届かない、復旧工事ができない、などの事態が想定されます。

融雪期の地震では雪解け水が地下に浸透し、大規模な全層雪崩、土砂災害が想定されます。冬の地震のシミュレーションは大変困難です。対策の一例として雪上車を備えるとか、屋根に雪を残さない落雪・融雪屋根にする、などは効果的だろうと思います。

諫山 雪の時期の地震では被災状況の把握と資材、要員の確保が困難ですね。また、復旧作業も除雪後になりますから通行止めが長期化し、復旧支援物資の輸送が遅れ、孤立地区が増えます。このような場合は、高速道路のネットワーク効果を最大限活かすことで、被災のない高速道路へ全ての雪氷機械を投入し冬期交通を確保することも必要かと思えます。

また、各管理者間の連携の強化のために情報共有がいっそう重要になると考えております。

今野 地震が都会でも中山間地でも起こることを前提に雪を考えたしっかりとした防災計画を作ってゆく必要性を再認識しました。交通が途絶し孤立集落が増えることへの対応と、復旧のために雪の下の状況など被害状況を早期に把握することが大きな課題ですね。

災害を想定し、マニュアル化、空輸を考慮した機械のユニット化などの具体的な対策を検討することが必要です（写真-8）。まず地域の特徴を考えたモデルづくりが重要になります。

山名 地震の経験と対策をずいぶん蓄積してきましたので、この知見を集約して想定される事項を拾い上げて対策を考える事が必要ではないかと思えます。しかし、一歩先を考えようとしてもデータが少ない。災害時にすぐ使えるような形にデータ整備することが緊急の課題です。

上村 自助、共助、公助のお話がありました。3日間は、ある意味で、自助、共助しかないと思います。

雪が降ると孤立していた地域ですから、基本的に、最悪の状況でも生抜ける地域防災力の高い地域です。こうした備えがあったから、生抜いた3日間でした。もう1回、この貴重な経験を思い出し、冬の自助、共助のあり方を整理し生かしてゆくべきです。

公助としては高速道路、幹線国道、電力線がいろいろなところで止まったが、ネットワークと迂回路という



写真-8 ヘリコプターによる重機等の輸送

冗長性が非常に機能したと思っています。そういった効果の見えにくい備えに対する投資の、社会的なコンセンサスが大きな課題になると思っています。

池野 消雪パイプは、地域が生んだ知恵の結晶です。操作は地元任せにされていますから自助と公助の典型的な例です。しかし、もし厳冬期に地震が発生したら、今回のように短時間で機能回復しないと思います。普段から防災用の井戸として、雑用水等に利用していれば、市民のための施設として認知され、市民の参加が得られるのではないのでしょうか。

また、消雪パイプを設置した時に、データベースを残しておけば一層早い復旧が可能になったと思います。これからは集中制御やICタグ等を利用して、市民にこの施設はいつ設置されたかなどすぐ分かるようにすることも自助を支援してゆくことになると思います。

上村 復興に向かう現在、行政と住民の間に立つ中間支援組織、例えば中越復興市民会議が、大活躍しています。

官は公平性が求められますので、早い対応が苦手ですが、この中間支援組織はやる気のある市民を支援し、上手に処理しています。これからの時代のひとつの、支援組織のあり方かなと思っています。

和田 冬の地震対策として様々な観点からご意見をいただきました。被害を受けたところが熱いうちにモデルを作り、全国の雪国が考え始める契機にすることが大事だと思いました。

新潟県中越地震では上村先生のお力で、降雪期の被害のシミュレーションを行い「冬の地震」を考えるチャンスをつくりました。被害想定の手法の確立はこれからですが、考え方の基本は提案されたように思います。

真の地震復興は被害を受けた人々がその痛手から立ち直る事だと言います。このために、冬の地震対策は公助、共助、自助の各分野を含めて総合化されてゆく必要があります。

今回は公助の分野はすばらしい成果を上げました。住民が抱える課題も分かってきました。公のネットワークが情報共有と連携で大きな成果を上げましたが、市民レベルの支援ネットワークも新たな力を持ち始めました。冬のハザードマップが公助と自助を繋ぐ新たな力になると思いました。雪国には公助、共助、自助の地域力があり、危機管理能力が高いといえます。

高速道路会社は首都圏の雪対策のために除雪車を派遣していて、いわば雪の消防署の役割を果たしている。何十年単位で発生する地震と変動の激しい冬の気象に対する危機管理のための「余裕」に地域がどう考え、投資してゆくか、また国民の理解をどう求めて行くのか、解決しなければならない課題が山積している。

JCM/A

(財)ダム技術センターからのお知らせ

改訂図書発行の紹介

平成17年6月発行

多目的ダムの建設

平成17年版

〈編集・発行〉財団法人 ダム技術センター

本書籍は、ダムの調査、計画、設計、施工及び管理に関して、昭和62年の前回改訂以降の約20年間に得られた各分野における新たな技術的知見や、ダム事業を進めるにあたって必要となる様々な情報を盛り込み、体系的にとりまとめたものです。

今回の改訂版では、近年の時代の要請である環境に対する配慮やダム完成後の適切な管理、運用といった観点も加え、より一層の内容の充実が図られておりますので、是非ご活用ください。

全巻の構成

【第1巻】 計画・行政編	第20章 フィルダムの設計
第1章 ダム技術の変遷	第21章 ダム基礎の設計
第2章 ダム事業の現状	第22章 ダムの耐震設計
第3章 ダム事業の手続きとコストアロケーション	【第5巻】 設計Ⅱ編
第4章 水源地対策	第23章 ダムコンクリートとその性質
第5章 ダムの補償	第24章 コンクリートの温度規制
第6章 ダムと水利権	第25章 フィルダム材料の性質と調査・試験
【第2巻】 環境・調査Ⅰ編	第26章 水理構造物の設計
第7章 ダム事業と環境	第27章 排砂・魚道・その他設備の設計
第8章 アセス法の内容と手続き	第28章 ダムの再開発
第9章 環境調査	【第6巻】 施工編
第10章 環境保全の取り組み	第29章 施工計画と施工設備
第11章 事業計画	第30章 ダム工専用機械設備
第12章 流出解析	第31章 掘削と基礎処理
第13章 ダムの位置と型式	第32章 コンクリートダムの施工
第14章 貯水池の水質	第33章 フィルダムの施工
【第3巻】 調査Ⅱ編	第34章 今後のダム技術の展望
第15章 ダムの地質調査	【第7巻】 管理編
第16章 斜面の安定	第35章 試験湛水
第17章 ダムの堆砂	第36章 流水・土砂管理
【第4巻】 設計Ⅰ編	第37章 施設管理
第18章 ダムの構造基準	第38章 今後のダム技術に望むこと
第19章 コンクリートダムの設計	

定価 88,200 円 (税込・送料別)

「多目的ダムの建設 平成17年版」ご購入に関する問い合わせ先

財団法人 **ダム技術センター** 企画部 図書係

〒106-0041 東京都港区麻布台2-4-5 メソニック39MTビル7F

TEL: 03-3433-7811 FAX: 03-3432-6204 E-mail: books@jdec.or.jp

※問い合わせは、E-mailでお願い致します。

JCMS 報告

ISO/TC 127/SC 2/WG 5 (ショベル転倒時保護構造(ROPS)) 東京国際会議報告

標準部会

1. 経 緯

土工機械の多くの機種（ブルドーザ，ローダ（トラクタショベル），ダンパ（重ダンプトラック）など）には転倒時保護構造（以下，ROPS）が用意され，転倒時に運転員を保護することとなっている。

これに対して，油圧ショベルに関しては，

- ・転倒してもブームなど他の剛性の高い部分による保護が期待しうる可能性がある
- ・走行の比率が低いので転倒の比率も低いと思われる

などの点から，ミニショベル対象に横転時保護構造（以下，TOPS）がある以外はROPSの用意はなかった。

しかしながら，油圧ショベルの台数が非常に多いこともあり，前記機種と比べて比率は低いとしてもかなりの数の転倒事故が発生しており，その場合重大な人身事故となる虞れがあるので，ミニよりも大形の油圧ショベルのROPSの規格が必要とされた。このため，各種事故解析結果及び当協会施工技術総合研究所での転倒実験結果に基づき，まず当協会団体規格（JCMAS H 018）を作成した。

続いて，このJCMASに基づく国際規格化をISOの新業務項目として提案し，各国の支持を得た。また，傾斜地で使用されることの多い林業用油圧ショベルの転倒事故が海外では問題とされている状況にかんがみ（国内とは使用状況が異なるようである），土工機械の安全性及び居住性の分科会ISO/TC 127/SC 2と，林業用装置の分科会ISO/TC 23/SC 15との合同作業グループ（以下，JWG）をTC 127/SC 2の下にSC 2/WG 5として設定して，ショベルのROPSの国際規格作成を検討することとなり，田中健三氏（コマツ）がこのJWGのコンベナー（国際WGの主査）に就任，活動を開始した。

JWGの第1回会合は2003年11月17日～18日に東京で開催され，日本がJCMASに基づくISO規格素案を説明した。これに対して米国がコンピュータシミュレーション（機械運動力学ソフトウェアADAMS使用）結果に基づきプレゼンテーションし意見提出するなどした。そして，ある程度ブームによる保護を認めるか否か，側方，垂直方向，前後方向などの負荷条件などに関して論議が行われた。その際の論点に関して更に検討するため，2004年4月1日～2日（BAUMA建設機械展示会の時期）にミュンヘンのBG Bau（建設労災保険機構）にて第2回会合会合，米国が追加解析結果を報告し，これらに基づき荷重条件その他に関して更に論議された。

これらの論議に基づき日本はISO規格原案（以下，WD）を準備し，その他の検討結果に基づき2004年11月4日～5日にシカゴ郊外ブルリッジのCNH社にて第3回会合したが，保護構造に対する負荷試験条件に関してかなりの点で平行線のまま論議は白熱し，WD改定案を両論併記で発行することとなった。

それら対立点に関して更に説得材料を得るため，日本側でもWG委員の田村和久氏（日立建機）がソフトウェアPAM/CRASHを駆使してショベルの転倒のシミュレーションを実施し，各種姿勢からのショベル転倒時の挙動及び負荷を求めた。

ちなみに，この解析は，機械や地面の材料特性，質量，重心，その他をデータとして用いることにより，ショベルの30度傾斜への転倒挙動，その際のROPSの塑性変形，地面側のへこみなどをシミュレーションする高度なものである。そしてその結果に基づき2005年3月14日～15日（CONEXPOの時期）にサンフランシスコで第4回会合を開き，負荷条件に関しては幾つかの点で合意し，更に検討すべき点はあるもののISOの委員会原案（以下，CD）として各国の投票に付すこととなり，5月に北京で開催されたTC 127総会で状況説明の後，7月末にCD回付された。難しい案件でもあることから，通常よりも検討期間を長くして12月までに各国の意見提出とされ，投票の結果，CDとしては一応承認されたものの，各国から提出された多くの意見を検討するため，2006年2月16日～17日に再度東京で第5回会合を開くこととなった。また，論点となっている負荷条件に関して更に詰めるため，追加解析も実施している。

2. 会議日程・場所・出席者

会議は，初日2月16日（木）は9：30から17：00まで機械振興会館62会議室にて，翌17日（金）は9：00から17：00まで機械振興会館6D-3会議室にて開催された。

会議出席者は、米国4名 (Gamble 氏 (John Deere), Steffen 氏, Blanchard 氏 (Caterpillar), Taylor 氏 (CNH)), ドイツ2名 (Ruf 氏 (Liebherr), Hartdegen 氏 (BG-Bau)), 英国1名 (Dewar 氏, Forestry Commission (林野庁相当機関)), スウェーデン1名 (Jakobsson 氏 (Volvo)), 韓国1名 (Byon 氏 (Volvo)), イタリア1名 (Paoluzzi 博士 (IMAMOTER: 農業機械建設機械研究所)), オーストラリア1名 (Samuels 氏 (QMW)), 日本7名 (田中健三氏 (国際 WG コンベナー (主査), コマツ)), 他の WG 専門家は、田村和久氏, 砂村和弘氏 (日立建機), 下田三四郎氏 (コマツ), 湯浅孝之

氏, Clausen 氏 (新キャタピラー三菱), 西脇 (協会事務局) の計18名であった。

3. 主要審議内容

(1) 転倒時保護構造の試験時負荷

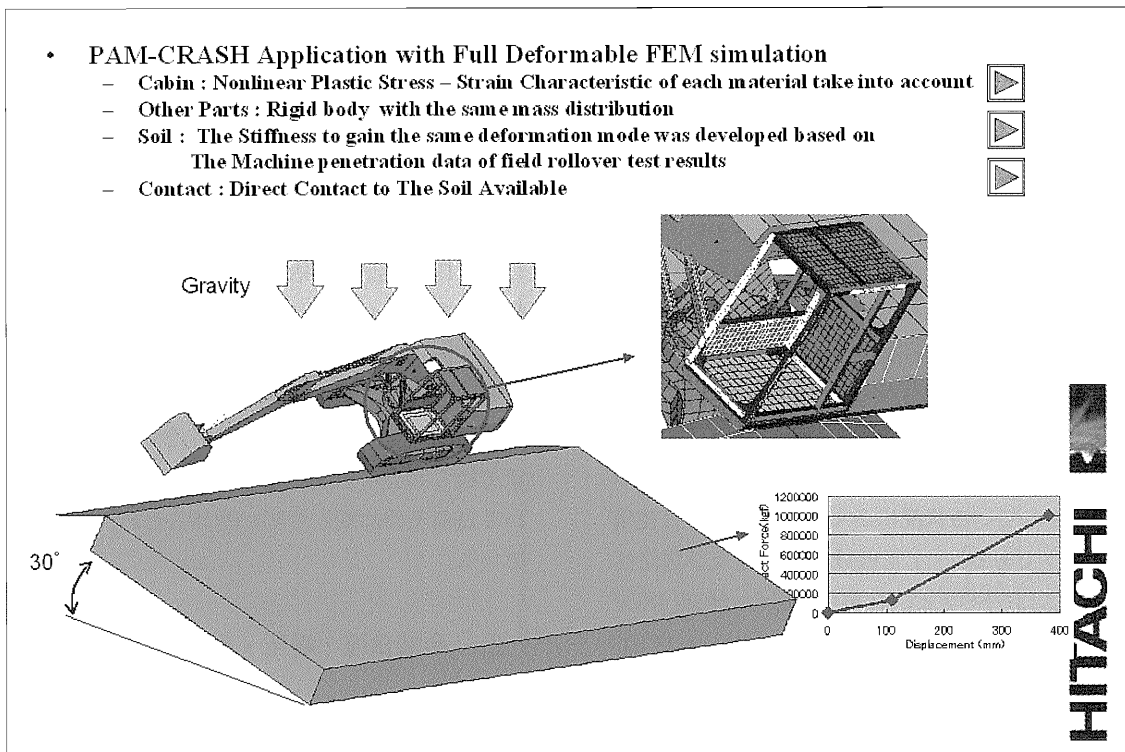
今回の会議では、懸案となっている転倒時保護構造の負荷条件が最大の論点となるとの点から、まず、田村氏が PAM/CRASH による解析に関してプレゼンテーションを行った。キャブを弾塑性大変形 FEM シェル主体で、機械の他の部分は剛体要素でモデル化し (質量及び重心、慣性モーメントを入力)、地面に対しても圧縮に対して変形するモデル化を行って、ショベルの 30 度傾斜への転倒のシミュレーションに関して説明した。また以前当協会施工技術総合研究所で実施した実機転倒実験との対応も良好であることを説明した。

この解析が保護構造の負荷条件説明用として信頼しうるものであることを、各国からの専門家に理解してもらうのがこのプレゼンテーションの目的である。

続いて田中主査より、前記解析によって保護構造の負荷条件、とりわけ、側方エネルギー要求 (ブルドーザの式を流用)、上下方向負荷 (ブルドーザなどは 2W であるが、ショベルは 1.3W)、前後方向負荷が小さいことからミニショベルのエネルギー式を用いてもよいことなど、妥当なものであることを説明した。これに対して、側方荷重値



写真-1 WG5 東京国際会議では熱のこもった意見が交換された



(田村氏のプレゼンテーション、転倒挙動のアニメーションを誌上ではお目にかけられないのが残念である)

図-1 Roll Over Simulation

(力)がブルドーザの半分となっているのは、前回サンフランシスコ会議の決定と異なるのではないかと、との意見が海外の専門家から提出された。これに対して、日本側から、この荷重値は別途 ADAMS 機械力学解析ソフトを用いてブルドーザと比較した結果であること、ショベルの場合、キャブがブームの左側にあり、スペースが限られているため、たわみ限界領域（以下、DLV）上部の傾斜を認めて転倒時のキャブの変形を最大 450 mm 程度まで許容する必要があることから、ブルドーザよりも低い荷重値となる、などの反論を行った。

(2) その他の規格内容について

その他の規格内容に関しても、規格案文 (CD 12117-2) に対して提出された各国コメントで、今回会議の論点とされたものについて逐条審議を行った。

(a) 規格の適用範囲

転倒時保護構造を適用する機械の上限などに関して論議された。林業機械については、実情として機械の上限が 60 ton 以下なので、最大 60 ton を上限とすれば全ての林業用ショベルをカバーできるのに対して、土工用ショベルではかなり大形のものがあるのに、適用範囲の上限が 50 ton なのは問題ではないかと指摘された。そうはいつでも最大 43 ton クラスの機械で試験した結果に基づく標準化であるから、あまり大きなものにそのまま適用して本当によいのか疑問があるとして、より大形の機械に関しては更に調査研究が必要な旨の注記を追加することとされた。

また、キャブライザ付きのものに関して適用除外とすることも問題とされ、これも更に調査研究が必要な旨の注記を追加することとなった（田中主査と Gamble 氏が準備）。

(b) 作業装置などの考慮 (図-2)

転倒時保護構造の負荷試験を行うとき、作業装置の有無によって、

- ①作業装置など剛性の高い部分による保護の可能性
- ②保護構造の挙動変化（変形を抑制）
- ③作業装置と保護構造が衝突する箇所での局所的な負荷によって保護構造の溶接部などの破断が生じる懸念の評価

などの問題がある。

土工用に関しては、作業装置を評価に含むか否かは製造業者の判断であることが前提とされており（林業用では作業位置を考慮していない）、作業装置の有無、双方の条件を考慮して案文を整えることとなった。これにともない、従来からブルドーザの ROPS で想定していた仮想地面 (SGP) と、ショベルの作業機などによる保護を考慮した場合の仮想境界地面 (BSGP) についても、それぞれの定義に基づき、試験条件を示す図などで明確に扱うこととし、

BSGP の設定に関する規定も附属書から本文に移して明確にすることとなった。

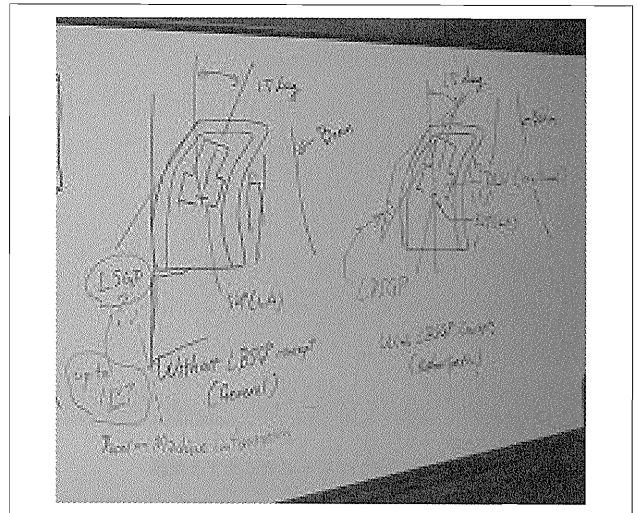


図-2 作業装置などによる保護を考慮しない場合の SGP と、考慮する場合の BSGP

(c) 試験供試体

単一の供試体で、側方負荷、前後方向負荷、上下方向負荷を順番に実施することが再確認された。

(d) 負荷分布装置 (図-3)

負荷分布装置に関して、前回サンフランシスコ会議の結論が見直され、上部構造部材を上限とすることなどが決定された。

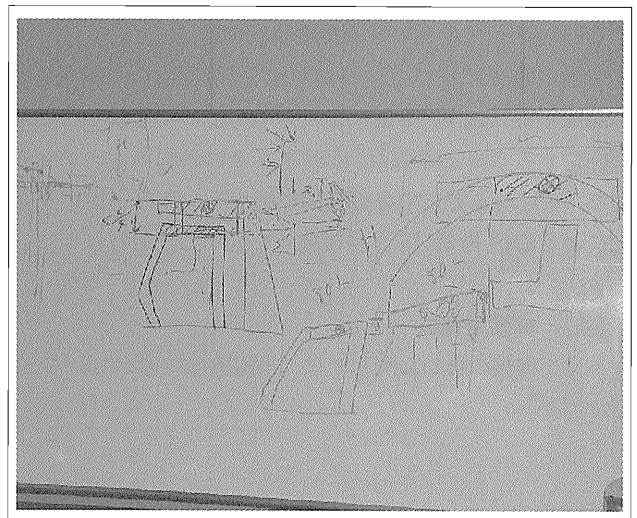


図-3 負荷分布装置に関する論議

(e) 負荷試験時のキャブマウントの破損 (図-4)

負荷試験時のキャブマウントの破損をどう評価するかに関して論議された。破損（変形）は許容するが、一箇所でも外れてしまうのは許容しないこととされた。

(f) たわみ限界領域 (DLV) の傾斜

ショベルの ROPS では、スペースの制約から、DLV の

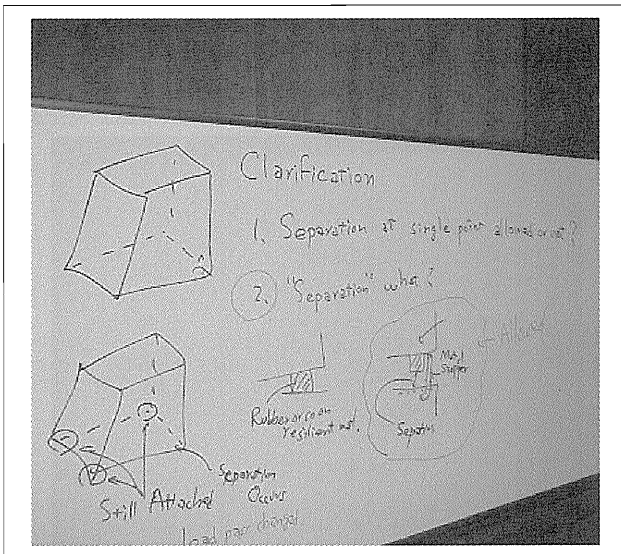


図-4 キャブマウント破損に関する論議

側方への傾斜最大 15 度を許容しているが、前後方向負荷時には前方への傾斜最大 15 度も許容することとされた。

(g) ISO 3471 (ブルドーザなどの ROPS) との整合化

丸みを帯びた形状のキャブの場合、負荷分布装置をどう扱うかといった点が検討された。そのほか、試験条件全般に関しては、ブルドーザなど他機種の ROPS の規格 ISO 3471 の最新の改定案 DIS 3471-1.2 と整合化を図ることとし、規格で使用する図の提供を受けることとした。

(3) ショベル ROPS 国際規格案の作成

今回の論議に基づき、日本が土工用ショベル ROPS の国際規格案 (以下、DIS) を 4 月中旬までに作成して WG に回付することとされた。5 月末までに各国のコメントを得て、6 月末までに中央事務局に提出し、ISO メンバー各国による DIS 投票 (5 カ月投票) に付すこととなった。

(4) 林業用機械

林業用機械の扱いに関しては、米国担当で進めているが、



写真-2 林業用機械の使用条件は国内外でかなり異なることがわかった

機械の使用条件が、日本国内とかなり異なるので、日本の実情に関してプレゼンテーションを行った。

この主張がどの程度受け入れられるかの懸念はあるが (日本は林業用装置の TC 23/SC 15 の非メンバで、意見提出の機会がほとんどない)、いずれにしても、今後米国が日本担当の土工用ショベルの DIS 案文を参考にして、次回までに案文を作成することとされた。

4. 会議を終えて—所感—

ショベル ROPS の ISO 規格制定に関しては、1999 年及び 2001 年実施のショベル転倒実験など、会員各位の多大のご努力の結果、漸く DIS 案文を作成するまでにこぎ着けたところである。

いまだ、各国との意見が平行線の部分があるが、なんと言っても日本側が実験、高度のコンピュータシミュレーションなどにより積上げたデータに基づいて主張している内容は、各国にとっても否定しがたいものとする。関係者のご尽力に感謝するとともに、この案件の ISO 規格制定に向けてもうひとがんばりというところである。

(事務局・西脇徹郎)

CMI 報告

トンネル工事への 総合評価方式の適用

亀岡 美友

1. はじめに

国土交通省が発注する工事は、「公共工事事品質確保促進法（公共工事事品質法）」の成立を受けて、基本的には全て総合評価方式による入札が適用されている。また、これ以前に「公共工事の入札及び契約の適正化の促進に関する法律」がある。国土交通省より委託を受けて実施しているトンネルに関して入札時 VE、総合評価方式の適用について、概要を説明するとともに、感想を述べる。

2. 総合評価方式の主旨

総合評価方式で求められるのは、概念的に

- ・品質
- ・LCC
- ・環境保全
- ・環境創出

の4項目と考えられる。これをトンネルに当てはめてみると、まず

- ・品質
- が挙げられる。

トンネルの構造に関しては、「道路トンネル技術基準（構造編）・同解説 平成15年11月社団法人日本道路協会」が全てである。この中に、標準的な支保構造をはじめとして、各種の施設や設備及び補助工法などに関して記載されている。ここでトンネルの品質とは何かという課題があり、各人各様の考え方があると思われるが、

- ①地山に適応した支保工を用いること
- ②覆工コンクリートとして密実なコンクリートを仕上げる
こと

の2点に絞られるのではないだろうか。

①は、切羽における地山等級判定を実施してこれに適合した支保構造を当てはめることであり、過大な変形の防止や作業の安全性を確保するために適切な補助工法を採用することも含まれる。

②は、トンネルの維持管理、つまりLCCに大きく関係するが、まず防水シートを確実に施工することで漏水を無くし、覆工コンクリートの巻厚を確保し、背面空洞を無くすことは当然として、覆工コンクリート表面にジャンカや縦断方向の亀裂を発生させないことである。次に、

- ・環境保全
- が挙げられる。

トンネル工事が他工種と異なる大きな違いは、

- ①爆破掘削が基本である
- ②昼夜作業を基本とする

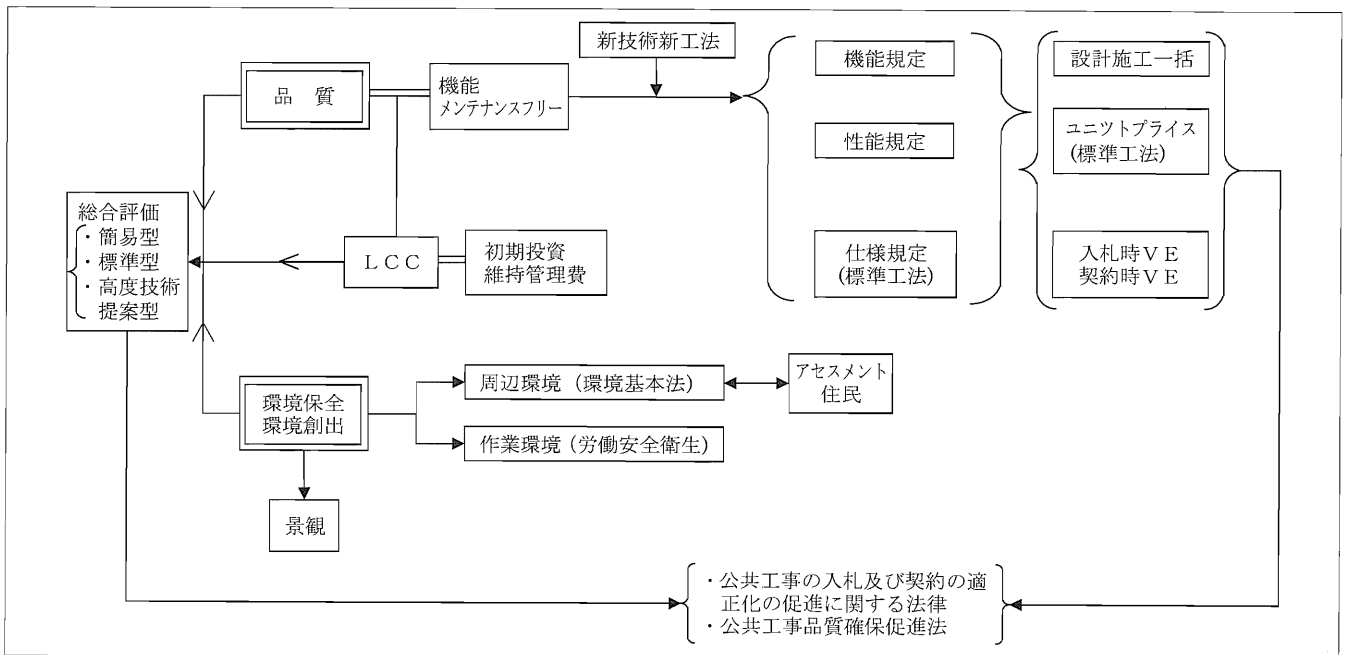
の2点に集約される。このことは、坑口周辺や低土被り部分に近接して重要構造物や民家が存在する場合には大きな問題となる。発破掘削では、切羽から近い距離にある構造物に与える発破振動、坑口周辺の民家に対しては発破振動と発破音の影響を考慮する必要がある。また、坑口周辺に配置する仮設備や掘削ずりの仮置き場などでは、夜間作業に伴う騒音の影響を考慮する必要がある。

以上のことを勘案して総合評価方式の評価項目と評価方法を各トンネル毎に検討してゆくわけである。

- ・発破振動の軽減方法
- ・発破音の軽減方法（昼間、夜間）
- ・工事前仮設備から発生する騒音の軽減方法（昼間、夜間）
- ・放流先の水質を考慮した濁水処理後の水質
- ・地山不良箇所の補助工法
- ・工事前仮設備計画

などを評価項目として提案している。当然のことながら、これらの評価項目の設定に際しては、昼間、夜間の暗振動、暗騒音測定や放流先の河川の水質基準調査等の準備作業が必要である。また、これらは数値で表現できることから定量的な評価が行える。これ以外のものは定性的な評価にならざるを得ない。ただし、騒音の受認度は数値だけで判断できるものではなく、地元住民との対話が必要なことはいうまでもない。騒音レベルを下げるだけでなく、作業時間帯の制約を受けた事例もあり、入札段階の数字の議論だけではない。

また、坑口部の施工計画や覆工コンクリートの品質に関する評価項目を採用している事例も受けられる。覆工コンクリートに関して考える場合には、他の評価項目が、全て施工途中に不具合が生じた場合には工事を一次中断してでも、改善を促すことが出来る。これに対して覆工コンクリートの品質を確保するために、工事中の施工管理を行えるか



どうかという一抹の不安がある。施工計画の提案を受けて、これを審査すると共に、施工時にこの計画書に基づいているかどうかの管理にならざるを得ない。

また、トンネル工事の工期を短縮することは、作業日数の短縮に伴い、作業員の人件費、作業機械の供用日損料や工事中各種設備の維持管理費等の削減になると共に地元への影響（迷惑）も軽減される。

3. 課 題

これまでの総合評価方式は、現在、標準型といわれるものだけであったが、最近、簡易型、標準型、高度技術提案型の3方式が提示されている。さらに高度技術提案型は、4分類されて、設計施工一括発注方式もこの中に含まれている。いまだ、高度技術提案型を検討した経験はないが、2車線の現道横に新たに設置する歩道トンネルに対しては、設計施工一括発注方式を行った例もある。トンネル工事であることから、簡易型の適用はないものと考えられるが、標準型、高度技術提案型のいずれを適用するのかの判断は今後の課題である。

ここで、トンネル独特の課題として、設計段階と施工段階では地山等級が変更されることが、常態化していることがある。設計段階では、地山等級 C_1 あるいは C_2 と想定されていたものが実施工時には、 C_2 や D_1 に変更されるというものであり、これは工事費の増加や作業日数の増加に直接結び付くものである。

また、地山状況が予想以上に悪く、設計段階では想定されていなかった補助工法が過大な緩み防止や作業の安全性

確保のために必要となることもある。これらのことを考えるとトンネル工事に設計施工一括方式を適用するには、地山等級の変更があることが前提になり、現段階では時期早尚なのかもしれない。

トンネル切羽における地山評価（岩判定）手法を統一し、多くの施工実績をまとめるとともに設計段階と施工段階の差異の原因を地形、地質、土被り、湧水などで分析することがまず必要である。これらの分析結果に基づいた設計段階の地山評価が実施できるようになって始めて設計施工一括方式の適用が検討されるべきものである。しかし、施工段階の資料が揃っているI期線トンネルの横にII期線トンネルを施工する場合には、適用できるのではないだろうか。

さらに、現在新技術新工法の積極的な採用や積算がユニットプライスの方向に動いていること、構造物の設計がトンネルの支保構造のような仕様規定から舗装等の性能規定、あるいは機能規定になりつつある。総合評価方式は、品質と価格のバランスを取るといふことかもしれないが、品質、価格、工期の基になる発注者側の標準工法の設定に加えて、評価項目、方法の検討が重要になり、工事発注に向けての準備作業、期間が大幅に増加することが容易に予想される。

JICMA

【筆者紹介】

亀岡 美友（かめおか よしとも）
社団法人日本建設機械化協会
施工技術総合研究所
技師長兼研究第一部
部長

新機種紹介 広報部会

▶ <01> ブルドーザおよびスクレーパ

06-<01>-02	新キャタピラー三菱 ブルドーザ（リッパ付き）D 10 T	'06.02 発売 モデルチェンジ
------------	---------------------------------	----------------------

大規模土木工事や砕石、石灰石の鉱山現場で使用される大形ブルドーザについて、燃料 & 燃焼システムと電子制御システムの技術を統合した新型「ACERT」エンジンを搭載し、環境対応とともに各種の性能向上を図ってモデルチェンジしたものである。エンジンは、国土交通省の排出ガス対策（2次規制）基準値をクリアし、EPA（米国環境保護局）およびEUの排出ガス対策（3次規制）に対応する。電子制御油圧駆動式デマンドファン（可変スピードファン）を採用し、冷却水温に合わせてファン回転数を制御して燃費低減を実現している。トルクディバイダ付きトルクコンバータでは、エンジン出力の75%をトルクコンバータ経由、25%をダイレクト伝達することでエンストの無い高い伝達効率を確保している。プラネタリ式トランスミッションのクラッチ接続は、電子制御のECPC（Electronic Clutch Pressure Control）を採用してスムーズなシフトを可能にしている。あらかじめ前後進の速度段の組合わせを設定できる2モードクイックシフト機能、大負荷がかかった時に、3段階のタイミングの中からの選択で自動的にシフトダウンする3オートダウンシフト機能で運転操作を容易にしている。走行装置は、高位置スプロケットデザイン、ボギー構造のアイドラおよびトラックローラ、密封潤滑式トラックなどを採用しており、大きなけん引力、安定した乗り心地、耐久性を発揮する。ブレードにはメインフレームと直接接続するタグリンク機構を採用しており、高負荷時のブレード

表-1 D 10 Tの主な仕様

運転質量	(t)	69.35[67.45]
定格出力	(kW(PS)/min ⁻¹)	433(589)/1,800
ブレード幅×同高さ	(m)	4.86×2.12
ブレードチルト量	(m)	1.44
リッパ最大掘削深さ/最大上昇量	(m)	0.875[1.49]/1.045[1.055]
リッパ装置質量	(t)	9.02（シャック3本） [7.12（シャック1本）]
走行速度 F ₁ /F ₂ /F ₃ /R ₁ /R ₂ /R ₃	(km/h)	4.0/7.2/12.7/5.2/9.0/15.8
接地圧	(kPa)	145[141]
最低地上高	(m)	0.615
全長×全幅×全高	(m)	9.215[9.26]×4.86×4.545
価格	(百万円)	97.57

（注）リッパ種別により仕様値が異なる場合は、マルチシャックリッパ付き[シングルシャックリッパ付き]の書式で示す。

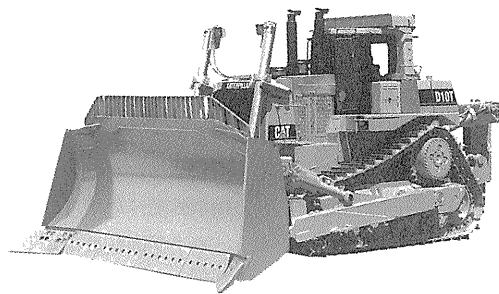


写真-1 新キャタピラー三菱 CAT D 10 Tブルドーザ

のふらつきや、がたつきの発生を少なくしている。また、ブレードの反応速度（レスポンス）は3段階に切り換えが可能で、フロート機能のon/off切り換えなどとともにモニター画面上で簡単に設定できる。ステアリング操作や変速操作、前後進切り換えは、左手フィンガーコントロールシステムを採用しており、リッパ装置には自動格納機能を備えて、ボタンにより好みのシャック位置に上げることができるようにしている。ROPS/FOPS構造のキャブ幅は従来機より20cm拡大しており、居住性や視界性を向上している。ニュートラルエンジンスタート機構、エンジン停止時に自動的にブレーキが作動する油圧解放式ブレーキなどの採用で安全装備を充実している。

▶ <02> 掘削機械

06-<02>-01	コマツ 油圧ショベル PC 200-8 ほか	'06.02 発売 モデルチェンジ
------------	---------------------------	----------------------

環境対応、低燃費生産性、居住性、安全性などを向上してモデルチェンジした通常形PC 200とヘビーデューティ形PC 210の2油圧ショベルである。エンジンは日米欧の排出ガス対策（3次規制）に対応する新開発のecot3を搭載しており、同時に油圧ユニット、それらを制御する電子機器類などの開発により従来機比で最大

表-2 PC 200₈ほかの主な仕様

	PC 200-8 [PC 200 LC-8]	PC 210-8 [PC 210 LC-8]
標準バケット容量	(m ³) 0.8	0.8
機械質量	(t) 19.5[20.9]	21.6[22.5]
定格出力 (kW(PS)/min ⁻¹)	110(150)/2,000	110(150)/2,000
最大掘削深さ×同半径	(m) 6.62×9.875	6.62×9.875
最大掘削高さ	(m) 10	10
最大掘削力 (バケット) 通常/ワンタッチ	(kN) 138/149	138/149
作業機最小旋回半径 /後端旋回半径	(m) 3.04/2.75	3.04/2.94
走行速度 高速/中速/低速	(km/h) 5.5/4.1/3.0	5.5/4.1/3.0
登坂能力	(度) 35	35
接地圧	(kPa) 44.1[36.3]	48.1[45.1]
全長×全幅×全高 (輸送時)	(m) 9.425×2.800[3.080] ×3.04	9.625×2.875[2.980] ×3.04
価格	(百万円) 16.4	17.4

（注）ロングローラLC仕様値を[]書式で示す。



写真-2 コマツ「GALEO」PC 200₈油圧ショベル

新機種紹介

10%の燃料消費量削減を実現した。また、排気マフラ、吸音ダクト、防音対策により国土交通省の超低騒音型建設機械にも適合する。作業優先のPモード、燃費優先のEモードのほか、微操作モード、ブレーカモード、アタッチメントモードを設定して生産性確保と低燃費への細かい対応を図っている。そのほか、ブーム・アームエネルギー再生回路、オートデセル、走行自動変速などの装備でエネルギーの有効活用を確実にしている。キャブは衝撃吸収力の高い転倒時運転者保護構造で、OPGトップガードレベル1および労働安全衛生法のヘッドガード基準に適合するものとし、ポンプ室とエンジン室の間には仕切り壁を設け、万一油圧系が破損した場合でもエンジンの高温部にオイルがかからないようにしている。ブーム自然降下防止弁、旋回揺戻し防止弁、オートマチックスイングブレーキ、旋回ロックスイッチなどの安全装備も充実している。ラジエータ、オイルクーラ、アフタクーラは横配列として清掃、脱着を容易にし、土砂のたまり難い傾斜形トラックフレームや大容量燃料タンクを採用、エンジンオイルとフィルタは500h、作動油は5,000h、作動油フィルタは1,000h、作業機ブッシュ給脂は500h（バケット回りを除く）の交換間隔に延長してメンテナンス性を向上している。稼働情報管理機能（KOMTRAX）や盗難防止としてのパスワードロック・エンジンスタート機構なども装備して信頼性を向上している。構造規格や作業条件に適合するクレーン仕様、ブレーカ仕様、解体仕様などを設定しており、効率の良い作業対応を可能にしている。

▶ <05> クレーン、エレベータ、高所作業車およびウインチ

06-<05>-01	アイチコーポレーション 高所作業車（伸縮ブーム形） SE 10 A	'06.01 発売 応用製品
------------	---	-------------------

主として電設工事において使用されるトラック架装式の高所作業車SE 10 A（ブーム直伸2段+先端屈折アーム）に、簡易接地方式のアウトリガ機構（「タッチジャッキ」・オプション仕様）を装備して、作業効率の向上を図ったものである。本装備は、従来機の走行作業仕様（ジャッキを張らずに先端アームのみを上げた状態（バケット地上高4.2mを確保）で低速走行しながら作業ができる）に追加して装着するもので、走行作業中の前方に路上駐車などの障害物がある場合、作業範囲を拡大して障害物を回避しながら安全に作業が継続できるようにしたものである。運転席におけるスイッチ操作でジャッキを軽く自動接地させ、ブーム伸長以外のブーム起伏・旋回の作動を可能にして作業範囲を拡大する。接地荷重の大半はタイヤに掛かり、ブレーキ作動状態を維持できるのでジャッキベースや輪止めを不要とする。タッチジャッキ装置には、ジャッキ誤設置防止警報装置、車体傾斜表示灯、走行防止警報装置、システム異常表示灯などの安全装置が追加されている。また、車体傾斜表示が3度を越えた傾斜地ではジャッキの操作は不可能で、フットブレーキを踏まないと作動しない、ブレーキペダルから足を離すとジャッキ作動が停止するなどの安全策もとられている。

表-3 SE 10 A の主な仕様

最大積載荷重（搭乗人員）	(kg)	100(1名)[200(2名)]{200(2名)}
最大地上高	(m)	7.7[9.9]{4.2}
作業床内側寸法（幅×奥行×高）	(m)	0.7×1.0×0.9
最大作業半径	(m)	5.3[7.4]{1.7}
ブーム長さ	(m)	3.22~5.28
ブーム起伏角度/旋回角度	(度)	0~80/360
屈折アーム起伏角度	(度)	-90~80
アウトリガ張幅 伸/縮	(m)	1.8/1.5
資材積載量	(kg)	500
架装シャシー	(-)	2.0tクラス
価 格	(百万円)	0.5775
〔「タッチジャッキ」単体〕		

- (注) (1) タッチジャッキ使用時[ジャッキアップ使用時]{走行作業時}の書式で示す。
 (2) 資材積載量は、架装シャシーや仕様により異なる。
 (3) 走行作業時とは、ブームを上げずに、アームのみを上げた低速走行での作業姿勢を言う。



写真-3 アイチコーポレーション「スカイマスター」SE 10 A 高所作業車（タッチジャッキ付き）

▶ <10> 環境保全装置およびリサイクル機械

06-<10>-01	コマツ 自走式木材破砕機（クローラ式） BR 200 T ₂	'06.01 発売 モデルチェンジ
------------	---	----------------------

抜根、伐採木、廃木材などを現場でチップ化再利用する全油圧式の自走式木材破砕機について、破砕能力アップ、作業能率の向上を図ってモデルチェンジしたものである。ハンマミルの駆動に新油圧システムとメイン、サブの2つの油圧モータを採用しており、ハンマミルの負荷状況に応じてサブモータが効率的に支援する。サイズ調整はスクリーン（標準孔φ65mm）の選択・交換によって行われる。材料投入のタブは、従来よりも内径を大きくするとともに排出コンベヤと逆側に配置し、車体後方からの投入も可能にして作業能率を向上した。また、タブの駆動をチェーン・スプロケットにして回転を確実にし、ラジコンで開閉可能な傾斜カバーをタブ上部に装着して、飛散方向を限定して破砕物の外部への飛散量を低減している。ハンマミル回転数可変システムやタブ回転数可変システムにより、破砕対象物の種類、状態に応じて、最適な回転数をマルチモニタ上から設定できる。ハンマミル負荷時、タブ回転負荷時にはタ

新機種紹介

ブの反転・停止を自動で行い、破碎対象物供給量を調節する。操作スイッチ類はパネルに集中し、パネルは地上から操作できる位置に設置している。パネルに設置のマルチモニタでは、破碎対象物の種類（枝葉、幹、根）によるモード切換えや各種モニタリングができる。作業・走行が遠隔操作できるラジコンを標準装備しており、トレーラなどへの積降ろしが安全に操作できる。タブの油圧開閉式によるミル周辺へのアクセスの容易化、タイマーでラジエータ油圧駆動ファンを逆転して防塵ネットに付着した木屑などを除去する目詰まり防止機構、接近者警戒のためにラジコンのホーン操作によるタブの停止機構、非常停止ボタンの設置（7箇所）、排出コンベヤにカバーを装備などで安全性に配慮している。国土交通省の排出ガス対策（2次規制）基準値をクリアするエンジンを搭載し、周囲7m騒音値（4方向エネルギー平均値）を全作業機作動時で82.4dB(A)として環境対応を図っている。

表-4 BR 200 T₂の主な仕様

破碎機開口寸法/最大投入径×長さ (m)	1.050×0.660/φ0.9×約2
運転質量 (t)	19.9
定格出力 (kW(PS)/min ⁻¹)	239(326)/2,050
タブ直径×平均深さ (m)	φ2.620×1.745
排出ベルトコンベヤ幅/同排出高さ (m)	0.70/3.040
走行速度 微速/低速/高速 (km/h)	0.7/2.1/3.0
登坂能力 (度)	25
シュー幅×接地長 (m)	0.5×3.10
全長×全幅×全高（作業時） (m)	9.15×2.99×4.100
全長×全幅×全高（輸送時） (m)	10.775×2.99×3.200
価格 (百万円)	43



写真-4 コマツ「リフォレ」BR 200 T₂自走式木材破碎機

06-〈10〉-02	日立建機 自走式木材破碎機（クローラ式） ZR 120 HC	'06.02 発売 新機種
------------	--------------------------------------	------------------

工事廃木材や間伐材などをチップ化して再利用を可能にする全油圧式の自走式木材破碎機で、エンジン横置きレイアウトや折りたたみ式コンベヤで全長と全高を抑えてコンパクト化を図り、13tセルフトレーラでの輸送を可能にしたものである。投入位置の低い横入れ式ホッパを採用し、自動供給システムにより、破碎負荷の変動に応じて材料の送り装置を自動的に作動・停止する。また、供給量の過負荷を感知した場合は、供給装置を逆転させる。供給量は供給コンベヤと供給ホイール（圧縮ローラ）の速度調整ダイヤルで調整され、供給ホイールと固定刃で材料を押さえ込みながら破碎するダウ

ンカット方式を採用している。スクリーンの選択によりチップサイズを調整するもので、スクリーンの孔形状やサイズにより丸形、ひし形、四角形などが用意されている。チップに混入したくぎや金属を取除くための排出コンベヤ・ヘッドプーリ内蔵磁選機のほか、粉塵の発生を抑えるための散水装置を標準装備している。主制御盤は地上から操作できる位置に配置し、無線リモコン装置では、供給装置の正転、逆転、停止とホーン、全停止操作機能を備えて、ワンマンオペレーションを可能にしている。安全機構として、金属など破碎できないものが破碎室に入りこんだ場合、油圧シリンダで保持されている固定刃とドラムハッチを開放し、破碎装置を停止する過負荷自動停止機能、固定刃、ドラムハッチ、シューカバーが閉じている状態でのみ破碎装置を始動できる機能、オーバーヒート時に破碎装置を非常停止する保護機能、走行レバーを中立位置にロックする装置でロック状態にしたときのみエンジン始動や破碎装置の動作ができる機能（破碎作業中に走行レバーロックが解除されると破碎装置は非常停止し、赤色回転灯が点灯）を採用しているほか、赤色回転灯（過負荷発生時、オーバーヒート時、走行レバーロック解除時、非常停止時に点灯）、黄色回転灯（供給装置逆転時に点灯）などを装備している。

表-5 ZR 120 HCの主な仕様

最大処理能力 (m ³ /h)	25
運転質量 (t)	10.46
定格出力 (kW(PS)/min ⁻¹)	115 (156)/2,150
ホッパ 幅×長さ/フィーダ地上高 (m)	0.85×2.670/1.77
供給口幅×高 (m)	0.85×0.30
排出ベルトコンベヤ幅/同排出高さ (m)	0.70/2.990
登坂能力 (度)	25
シュー幅×接地長 (m)	0.45×2.170
全長×全幅×全高（作業時） (m)	7.800×2.400×3.060
全長×全幅×全高（輸送時） (m)	5.920×2.400×2.670
価格 (百万円)	28.2

（注）処理能力は、50mmスクリーン使用時の最大値で、破碎物の種類、サイズ、形状および作業条件により異なる。

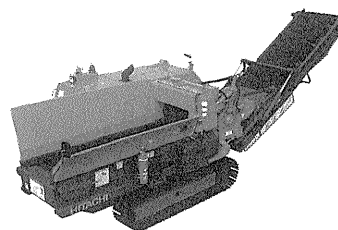


写真-5 日立建機「Hi-OSS」ZR 120 HC 木材破碎機（自走式）

▶ 〈12〉モータグレーダ、路盤機械および締固め機械

05-〈12〉-03	新キャタピラー三菱 （米キャタピラー社製） タンピングローラ（アーティキュ レート式） CAT 825H	'05.10 発売 モデルチェンジ
------------	--	----------------------

ロックフィルダムや大形土木工事における盛土材の締固め作業に

新機種紹介

において使用されるストレートブレード・チルト付きのタンピングローラで、操作性、安全性、メンテナンス性などの向上と環境適合性を図ってモデルチェンジしたものである。エンジンは、国土交通省の排出ガス対策（2次規制）基準値をクリアし、EPA（米国環境保護局）およびEUの排出ガス対策（3次規制）にも対応するACERTエンジンを搭載している。冷却ファンは、回転速度を最適に調整する電子制御デマンドファンを採用して、効率良くエンジンパワーを引出している。トランスミッションには、電子式クラッチ圧制御システム（ECPC）を搭載してクラッチ接続時のショックを低減し、同時に変速時の燃料噴射をコントロールするコントロールスロットルシフティング（CTS）機能によってシフトショックの軽減とパワートレインの耐久性、信頼性の向上を実現している。山形タンピングフートは1輪当たり65個装着しており、前後輪で逆の配列として接地ポイントを重複しないようにしている。アクスルは揺動角が上下に9度あって不整地走行を容易にしており、アクスル修理においては、ホイールやファイナルドライブを外すことなくアクスルシャフト単体での取外しが可能である。通常の右ブレーキペダルに加え、デセル&ブレーキの両機能を有する左ブレーキペダルを装備しており、任意の回転数にセットできるスロットルロック中にエンジン回転数を下げる場合には、このペダルを7割まで踏込み、さらに踏込むことでブレーキを作動させる。右側にあるブレード操作レバーはジョイスティック式で、ステアリングハンドルには前後進と変速の切換えスイッチを備えて左手のみで操作を可能にしている。そのほ

か、密閉加圧式ROPS/FOPS構造のキャブを装備して安全を確保し、オイルクーラおよびエアコンコンデンサをスイング式開閉として、点検、清掃の容易化を実現している。

表-6 CAT 825Hの主な仕様

運転質量	(t)	32.74
ホイール幅×外径（チップ高さ含む）	(m)	1.125×φ1.675
フート接地圧	(kPa)	6,400~6,760
ブレード幅×高さ	(m)	4.63×1.03
定格出力	(kW(PS)/min ⁻¹)	264(359)/1,800
最高走行速度 F_3/R_3	(km/h)	15.6/17.2
最小回転半径（最外側）	(m)	7.4
軸距×輪距（前後輪とも）	(m)	3.70×2.525
最低地上高	(m)	0.41
全長×全幅×全高	(m)	8.445×4.63×3.755
価格	(百万円)	62.06



写真-6 新キャタピラー三菱CAT 825Hタンピングローラ

2006 年度公共投資関係予算の概要

まえがき

平成 18 年度の一般会計の歳出は前年比 3% 減と財政改革が進む中で、公共投資関係予算は同 4.4% 減の約 7 兆 2,000 億円となっている。

今回は公共投資関係費の全体予算に占める割合や役割りについて、参考となる資料を提示することとした。

1. 2006 年度予算政府案（一般会計）

2006 年度予算政府案は日本の厳しい財政状況を反映したのものとなった。新規国債発行額を 30 兆円以内に抑えたとはいえ、国債費は前年より 1.7% 増えている。年々増え続ける国債発行残高は 541 兆 8,000 億（2006 年度末）に達する見込みである。税収を上廻る予算を公債で賄う体質を改善させる施策が必要なのは明白である（表—1、図—1）。

公共事業費の事業別内訳を表—2 に示す。

表—1 2006 年度一般会計歳入歳出概算（単位：百万円）

	2006 年度概算額	05 年度予算額 (当初)	05 年度比 (%, ▼減)
【歳入】			
租税及び印紙収入	45,878,000	44,007,000	4.3
その他収入	3,835,024	3,785,918	1.3
公債金	29,973,000	34,390,000	▼12.8
合計	79,686,024	82,182,918	▼3.0
【歳出】			
国債費	18,761,560	18,442,174	1.7
地方交付税交付金等	14,558,434	16,088,920	▼9.5
一般歳出	46,366,030	47,282,898	▼1.9
改革推進公共投資事業償還時補助等	—	368,926	—
合計	79,686,024	82,182,918	▼3.0

表—2 公共事業費別内訳（単位：百万円）

(公共事業関係費)		
治山治水対策事業費	1,027,339	(▼4.5)
道路整備事業費	1,610,488	(▼5.2)
港湾空港鉄道等整備事業費	528,166	(▼3.2)
住宅都市環境整備事業費	1,653,094	(▼4.2)
下水道道廃棄物処理等施設整備費	1,042,055	(▼8.3)
農業農村整備事業費	727,829	(▼6.2)
森林水産基盤整備事業費	322,314	(▼4.9)
調整費等	217,535	(35.2)
小計	7,128,820	(▼4.4)
災害復旧等事業費	72,674	(0)
計	7,201,494	(▼4.4)

2. 国土交通省予算の概要

平成 18 年度予算の内容は「国土交通重点施策 2005」の基本方針に従い重点 4 分野に予算配分を重点化し、

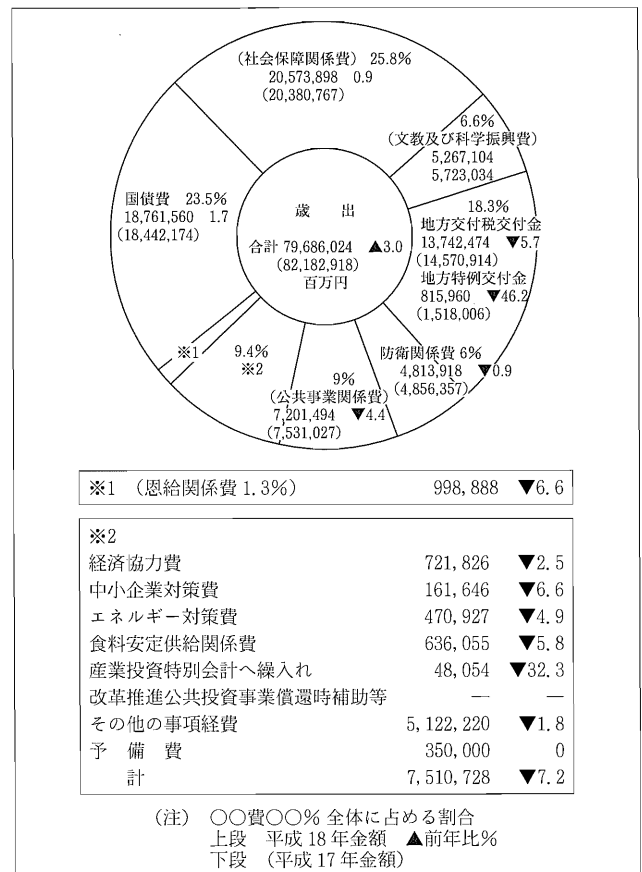
- ・防災・減災対策
- ・公共交通の安全の確保
- ・少子化・高齢化への対応
- ・地域再生・都市再生の推進
- ・国際競争力の強化

など、当面する重要課題に力点を置いている。

重点 4 分野の予算の全体に占める割合は 4 兆 7,310 億円、75.6%（前年比 3.1% 増）と高くなっている（表—3）。

各事業分野で重点的に推進する主な事業を示す。（ ）は前年比。

- ①土地利用・ソフト一体型水害・土砂災害対策の推進 1,110 億円 (1.20)
- ②建築物・住宅市街地の地震防災対策の推進 373 億円 (1.57)



図—1 主要経費別内訳

統 計

表-3 平成18年度国土交通省関係予算総括表(国費)

(単位:百万円)

事 項	前年度予算額 (A)	概算決定額 (B)	対前年度倍率 (B/A)
治山治水	954,810	913,078	0.96
治 水	901,815	861,677	0.96
海 岸	52,995	51,401	0.97
道 路 整 備	1,671,858	1,585,088	0.95
港湾空港鉄道等	545,610	528,166	0.97
港 湾	258,128	242,084	0.94
空 港	165,669	167,011	1.01
都市・幹線道路	45,896	43,179	0.94
新 幹 線	70,600	70,600	1.00
航 路 標 識	5,317	5,292	1.00
住宅都市環境整備	1,726,026	1,653,094	0.96
住 宅 対 策	818,210	717,545	0.88
都市環境整備	907,816	935,549	1.03
市街地整備	276,872	314,412	1.14
道路環境整備	546,825	536,806	0.98
都市水環境整備	84,119	84,331	1.00
下水道水道廃棄物処理等	875,793	806,176	0.92
下 水 道	752,332	689,589	0.92
都 市 公 園	123,461	116,587	0.94
小 計	5,774,097	5,485,602	0.95
調 整 費 等	74,850	74,780	1.00
災害対策等緊急事業推進費	20,000	25,000	1.25
社会資本整備事業調査費等	54,850	49,780	0.91
一般公共事業計	5,848,947	5,560,382	0.95
(参考) 地域再生基盤強化交付金を含んだ場合の再計	5,891,447	5,590,132	0.96
災害復旧等	53,449	53,449	1.00
公共事業関係計	5,902,396	5,613,831	0.95
(参考) 地域再生基盤強化交付金を含んだ場合の再計	5,944,896	5,643,581	0.96
税源移譲の影響を考慮した場合の再々計		5,736,950	0.97
官 庁 営 繕	23,833	23,667	0.99
船舶建造(海上保安庁)	10,346	18,503	1.79
その他施設	9,832	9,787	1.00
公共投資関係計	5,946,407	5,665,788	0.95
行 政 経 費	619,193	588,706	0.95
合 計	6,565,600	6,254,494	0.95

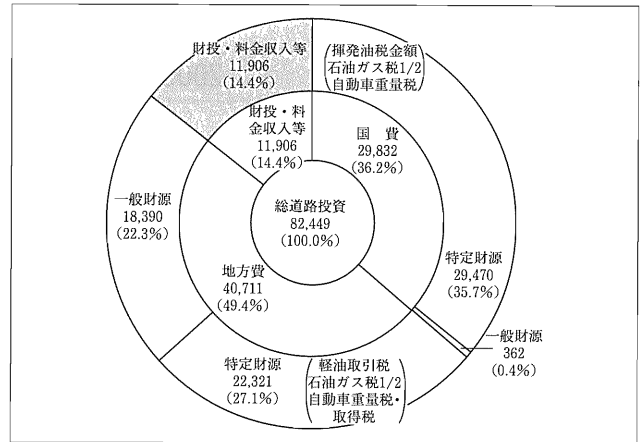


図-2 平成18年度予算(案)における財源構成(単位:億円)

表-4 平成18年度国土交通省関係財政投融資計画総括表

(単位:百万円)

区 分	前 年 度 (A)	概算決定額 (B)	対前年度倍率 (B/A)
住 宅 金 融 公 庫	75,000	30,000	0.40
独立行政法人都市再生機構	1,030,000	739,800	0.72
独 立 行 政 法 人 日本高速道路保有・債務返済機構	—	2,185,000	—
東日本高速道路株式会社	—	133,600	—
首都高速道路株式会社	—	28,700	—
中日本高速道路株式会社	—	216,000	—
西日本高速道路株式会社	—	113,400	—
阪神高速道路株式会社	—	17,400	—
本州四国連絡高速道路株式会社	—	—	—
道 路 関 係 四 公 団	2,799,800	—	—
独 立 行 政 法 人 鉄道建設・運輸施設整備支援機構	88,200	61,600	0.70
成田国際空港株式会社	18,700	—	—
関西国際空港株式会社	24,400	34,800	1.43
空 港 整 備 特 別 会 計	50,900	78,600	1.54
独立行政法人水資源機構	25,000	15,000	0.60
都市開発資金金融通特別会計	4,800	3,400	0.71
独 立 行 政 法 人 奄美群島振興開発基金	300	300	1.00
合 計	4,117,100	3,657,600	0.89

- ③防災公園の設備 501億円(1.05)
- ④下水道における地下街等の緊急浸水対策 1,672億円(1.04)
- ⑤緊急津波・高潮対策 227億円(1.18)
- ⑥緊急輸送道路の橋梁等の耐震補強 522億円(1.80)
- ⑦鉄道の安全対策の推進 23億円(1.25)
- ⑧港湾における地震災害への対応力強化 130億円(1.20)
- ⑨航空安全・保安対策の強化 24億円(1.07)
- ⑩中心市街地の再生(暮らし・にぎわい再生事業) 90億円(皆増)

財政投融資計画は全体では前年比0.89と大幅に減っているが新組織の道路各社の計画は前年比0.96で、道路整備0.95並を確保している。

3. 平成18年度総道路投資

有料高速自動車道路を除いた一般国道等の道路整備は一般会計の道路整備事業費と揮発油税、石油ガス税及び自動車重量税等を財源

とする道路特定財源及び財投・料金収入等を合わせた金額が投資されている。

平成18年度予算(案)における財源構成を図-2に示す。

なお、政府は道路整備特別会計の財源である道路特定財源の一般財源化や、不採算の高速道路を新直轄方式による整備としてその費用に充てる方針を決めるなど道路特定財源の多用途化を進めている。

国土交通省関係財政投融資計画を表-4に示す。

おわりに

平成18年度の公共事業費は前年度比-4.4%と5年連続のマイナス予算でピーク時の平成6年度に比べて約4兆円(35%)減となつて、建設業にとっては相変わらずの厳しさである。

これは平成4年以前の水準であり、経済全体が長い停滞から脱して明るいきざしが見えてきたとはいえ、建設業には、明るさは見えない。

公共事業は社会資本整備のために不可欠なものであり、継続した投資があつて成果が挙がるものである。建設業は公共事業の最大の

担い手であり、国内総生産(GDP)のピークで18%、近年10%台を占めることから活性化することで国の財政を前向きに改善できるのではないかと。

近年は地球温暖化の影響からか、局地的豪雨による水害や異常降雪による雪害等が発生し地震等による被害も多発している。

また、生活関連の道路において利便性での地域格差の拡大は正や日本の産業構造が変化していく中でのインフラストラクチャ整備は急務であり、国がやるべき公共事業は山積しているのが現状であろう。

建設業は地場産業であり経済を支える基幹産業であることを再認識し、適正かつ着実な公共事業が行われることを期待したい。

平成18年経済産業省企業活動基本調査にご協力ください

—経済産業省—

経済産業省では、我が国企業における経済活動の実態を明らかにし、経済産業政策等各種行政施策の基礎資料を得ることを目的として、平成4年以降「経済産業省企業活動基本調査」(指定統計第118号)を実施しており、本年につきましても、6月1日現在で実施いたします。

調査の対象は、別表に属する事業所を有する従業者50人以上かつ資本金3,000万円以上の会社で、会社全体の数値をご報告していただきます。

調査票の提出は、紙調査票によるほか、インターネットからオンラインで提出することもできます。オンラインの利用申込み資

料は、調査票等の調査関係書類と同時に経済産業局を経由し、5月中に郵送いたします。

調査の結果は、平成19年3月末に速報の公表を予定しており、ご報告いただいた会社におかれましては、当省で作成した統計情報を送付させていただきます。

皆様から提出いただいた調査票につきましては、統計法に基づき調査内容の秘密は厳守され、統計を作成する目的以外には使用されることはありませんので、調査に対するご協力をお願いいたします。

(別表)

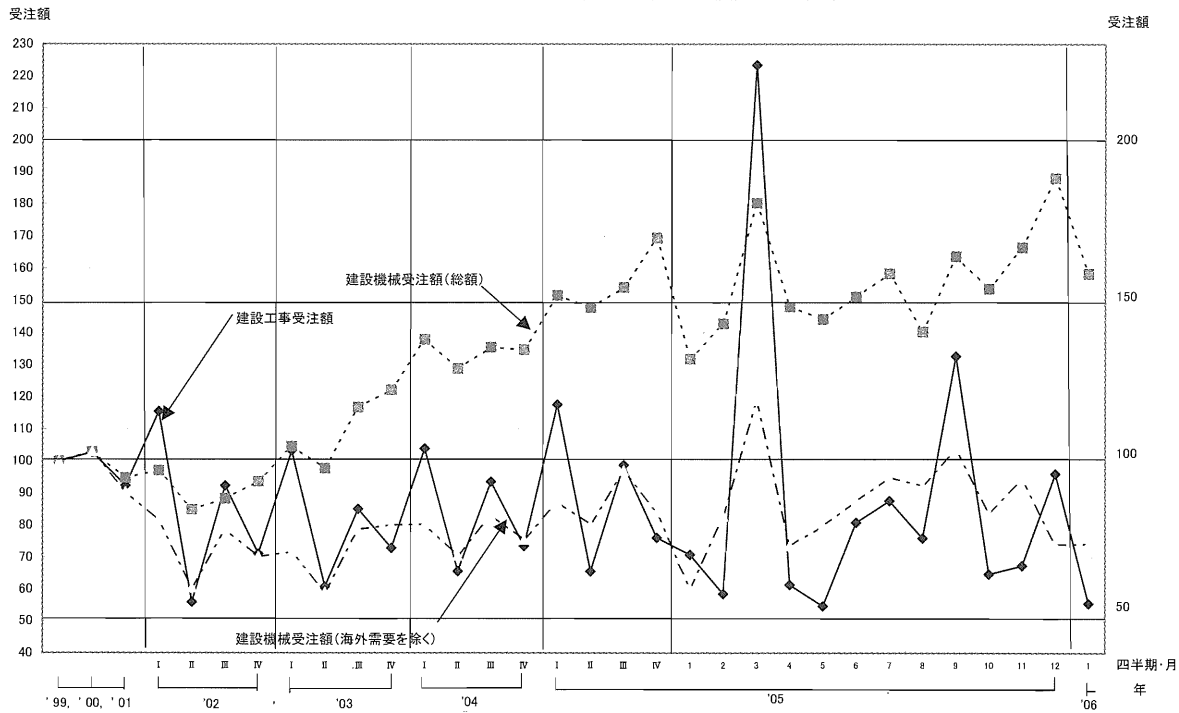
鉱業、製造業、電気業、ガス業、卸売業、小売業、クレジットカード業、割賦金融業、一般飲食店のほか、下記の産業の括弧内の業種が対象になります。

- 情報通信業(ソフトウェア業、情報処理・提供サービス業、インターネット附随サービス業、映画・ビデオ制作業、テレビ番組制作業、新聞業、出版業)
- 教育、学習支援業(外国語会話教室、フィットネスクラブ、カルチャー教室(総合的なもの))
- サービス業(デザイン・機械設計業、エンジニアリング業、冠婚葬祭業(互助会を除く)、写真現像・焼付業、ゴルフ場、ボウリング場、遊園地・テーマパーク、機械修理業物品賃貸業(レンタル業を除く)、広告代理業、商品検査業、計量証明業、ディスプレイ業)

統計

建設工事受注額・建設機械受注額の推移

建設工事受注額：建設工事受注動態統計調査(大手50社) (指数基準 1999年平均=100)
 建設機械受注額：建設機械受注統計調査(建設機械企業数26前後) (指数基準 1999年平均=100)



建設工事受注動態統計調査 (大手50社)

(単位：億円)

年 月	総 計	受 注 者 別						工 事 種 類 別		未 消 化 工 事 高	施 工 高
		民 間			官 公 庁	そ の 他	海 外	建 築	土 木		
		計	製 造 業	非 製 造 業							
1999年	155,242	96,192	12,637	83,555	50,169	4,631	4,250	97,073	58,169	186,191	164,564
2000年	159,439	101,397	17,588	83,808	45,494	6,188	6,360	104,913	54,526	180,331	160,536
2001年	143,383	90,656	15,363	75,293	39,133	6,441	7,153	93,605	49,778	162,832	160,904
2002年	129,862	80,979	11,010	69,970	36,773	5,468	6,641	86,797	43,064	146,863	145,881
2003年	125,436	83,651	12,212	71,441	30,637	5,123	5,935	86,480	38,865	134,414	133,522
2004年	130,611	92,008	17,150	74,858	27,469	5,223	5,911	93,306	37,305	133,279	131,313
2005年	138,966	94,850	19,156	75,694	30,657	5,310	8,149	95,370	43,596	136,152	136,567
2005年 1月	9,157	6,510	1,350	5,160	1,564	383	700	6,666	2,492	133,104	9,782
2月	7,565	4,826	997	3,829	1,965	434	340	5,005	2,559	129,801	10,949
3月	28,900	16,277	3,296	12,982	10,169	604	1,849	16,275	12,625	138,632	19,897
4月	7,938	6,566	1,681	4,885	793	406	172	6,105	1,832	137,516	9,018
5月	7,071	5,231	1,221	4,010	1,161	383	295	5,205	1,866	136,004	8,865
6月	10,464	7,729	1,489	6,240	1,768	435	533	7,650	2,814	135,675	10,799
7月	11,348	6,949	1,273	5,677	2,239	416	1,743	7,076	4,272	137,122	9,743
8月	9,830	7,234	1,614	5,621	2,054	416	126	7,153	2,677	136,119	10,925
9月	17,164	12,623	2,111	10,513	3,422	513	605	13,073	4,091	140,240	13,001
10月	8,382	5,560	1,034	4,526	2,057	405	360	5,755	2,627	138,588	10,028
11月	8,718	6,326	1,243	5,082	1,354	433	605	6,321	2,396	136,731	10,857
12月	12,429	9,019	1,848	7,171	2,110	481	819	9,085	3,344	136,152	12,703
2006年 1月	7,186	5,614	1,269	4,345	995	362	215	5,251	1,935	—	—

建設機械受注実績

(単位：億円)

年 月	'99年	'00年	'01年	'02年	'03年	'04年	'05年	'05年 1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	'06年 1月
総 額	9,471	9,748	8,983	8,667	10,444	12,712	14,749	1,040	1,127	1,422	1,169	1,138	1,193	1,250	1,107	1,292	1,213	1,314	1,484	1,249
海 外 需 要	3,486	3,586	3,574	4,301	6,071	8,084	9,530	740	714	829	802	740	756	776	646	775	794	843	1,115	879
海 外 需 要 を 除 く	5,985	6,162	5,409	4,365	4,373	4,628	5,219	300	413	593	367	398	437	474	461	517	419	471	369	370

(注) 1999年～2001年は年平均で、2002年～2005年は四半期ごとの平均値で図示した。
 2005年1月以後は月ごとの値を図示した。

出典：国土交通省建設工事受注動態統計調査
 内閣府経済社会総合研究所機械受注統計調査

…行事一覧…

(2006年2月1日～28日)

■ 機 械 部 会

■ トンネル機械技術委員会・幹事会

月 日：2月7日(火)

出席者：大坂 衛委員長ほか8名

議 題：①平成17年度分科会活動実績の報告 ②平成18年度分科会活動計画について

■ 油脂技術委員会

月 日：12月19日(月)

出席者：大川 聡委員長ほか5名

議 題：①作動油のオンファイル原案 ②オンファイル協議会の立上げについて

■ 除雪機械技術委員会小幹事会

月 日：2月15日(水)

出席者：江本 平幹事長ほか2名

議 題：①平成17年度活動実績について ②平成18年度活動計画について

■ トンネル機械技術委員会・技術研究分科会

月 日：2月15日(水)

出席者：福田日出男分科会長ほか4名

議 題：①長距離・高速施工のアンケート調査結果について ②有効性、技術評価の今後の検討

■ 建築生産機械技術委員会・定置式クレーン分科会

月 日：2月15日(水)

出席者：三浦 拓分科会長ほか6名

議 題：プランニング百科の見直し

■ 路盤・舗装機械技術委員会・安全対策分科会アスファルトプラント部門

月 日：2月16日(木)

出席者：小葉賢一分科会長ほか7名

議 題：①EN 745, JIS 9707 などについての調査検討 ②インターロック、非常停止装置の検討

■ 建築生産機械技術委員会・移動式クレーン分科会

月 日：2月17日(金)

出席者：石倉武久委員長ほか2名

議 題：EN 474-12 の C 規格作成検討

■ 建築生産機械技術委員会幹事会

月 日：2月21日(火)

出席者：石倉武久委員長ほか3名

議 題：①各分科会活動報告 ②委員会の活動審議

■ トンネル機械技術委員会・環境保全分科会

月 日：2月21日(火)

出席者：坂下 誠分科会長ほか8名

議 題：①アンケート調査データのまとめ方について ②報告書目次について

■ 基礎工用機械技術委員会・幹事会

月 日：2月22日(水)

出席者：青柳準夫委員長ほか6名

議 題：①平成17年度活動報告について ②平成18年度活動計画について ③技術変遷調査報告書について

■ 基礎工用機械技術委員会・HP分科会

月 日：2月22日(水)

出席者：浜野 衛分科会長ほか6名

議 題：①基礎工用機械技術委員会のHP作成について

■ 路盤・舗装機械技術委員会

月 日：2月22日(水)

出席者：福川光男委員長ほか34名

議 題：①市街地での作業環境配慮施工について ②工事安全環境対策に関する提案 ③ハイブリッドショベル開発機能説明 ④騒音技術一事例紹介；建機への活用

■ コンクリート機械技術委員会

月 日：2月23日(木)

出席者：大村高慶委員長ほか8名

議 題：①コンクリートプラント及びミキサの安全要求事項の審議 ②平成17年度活動報告及び平成18年度活動計画について

■ 情報化機器技術委員会

月 日：2月23日(木)

出席者：中野一郎委員長ほか4名

議 題：①情報化施工ケーススタディ ②電装品未来技術調査 ③平成17年度活動報告及び平成18年度活動計画について

■ トラクタ技術委員会

月 日：2月24日(金)

出席者：斉藤秀企委員長ほか5名

議 題：①燃費測定法について ②平成17年度活動実績及び平成18年度活動計画について

■ トンネル機械技術委員会・さく岩機分科会

月 日：12月22日(木)

出席者：阿部裕之分科会長ほか3名

議 題：①引用規格の調査 ②訳文の最終チェック ③条項精査の最終チェック

■ トンネル機械技術委員会・未来技術開発分科会

月 日：2月24日(金)

出席者：森政嗣分科会長ほか5名

議 題：シールド分岐合流関連技術報告書の検討

■ 路盤・舗装機械技術委員会・安全対策分科会コンクリートカッター部門

月 日：2月24日(金)

出席者：小葉賢一分科会長ほか8名

議 題：コンクリートカッターの安全要求事項の最終案検討

■ 路盤・舗装機械技術委員会・安全対策分科会路面切削、ロードスタビライザー部門

月 日：2月24日(金)

出席者：小葉賢一分科会長ほか12名

議 題：路面切削機及びロードスタビライザーの安全要求の最終審議

■ 製 造 業 部 会

■ 製造業部会・適正燃料検討会

月 日：2月1日(水)

出席者：大塚和夫リーダほか6名

議 題：適正燃料使用に関する啓蒙活動、パンフレット作成について

■ 製造業部会/建設業部会・クレーン車杭打ち作業検討会

月 日：2月3日(金)

出席者：近藤博明リーダ代理ほか8名

議 題：ラフテレーンの杭打ち作業の安全について

■ 製造業部会・クレーン車道路通行WG

月 日：2月14日(火)

出席者：溝口孝遠リーダほか5名

議 題：①クレーンの通行許可に関する打合せ ②今後の進め方について

■ 製造業部会・小幹事会

月 日：2月16日(木)

出席者：雨宮信一幹事長ほか8名

議 題：①製造業部会の活動について ②オフロード新法について ③排ガス指定制度について

■ 製造業部会・マテリアルハンドリングWG

月 日：2月28日(火)

出席者：溝口孝遠リーダほか15名

議 題：リフマグ、グラップルの対応について

■ 建 設 業 部 会

■ 建設業部会三役会

月 日：2月3日(金)

出席者：西上雅朗部会長ほか3名

議 題：①平成17年度事業報告案審議 ②平成18年度事業計画案審議 ③来年度の役員人事について

■ 建設機械の安全提案分科会

月 日：2月21日（火）

出席者：篠原望分科会長ほか6名

議題：①建設機械情報の活用方法（取りまとめ案）の検討 ②不具合事例について ③平成17年度活動報告説明資料（案） ④平成18年度活動計画の報告書のまとめ方について

■建設業部会三役会

月 日：2月22日（水）

出席者：西上雅朗部会長ほか3名

議題：来年度の役員人事について

■建設業部会小幹事会

月 日：2月22日（水）

出席者：西上雅朗部会長ほか14名

議題：①平成17年度事業活動報告について ②平成18年度事業活動計画について ③平成18年度業務予算計画について ④平成18年度役員人事について

■建設業部会環境分科会

月 日：2月23日（木）

出席者：杉沢博分科会長ほか4名

議題：①前回議事録確認 ②用語解説文作成についての調整事項 ③成果物（環境用語辞典）作成

■ レンタル業部会

■レンタル業部会

月 日：2月16日（木）

出席者：稲留弘部会長ほか8名

議題：①平成17年度事業報告について ②平成18年度事業活動計画について ③平成18年度業務予算計画について ④レンタル料と損料との関連付けについて

■ 各種委員会等

■機関誌編集委員会

月 日：2月9日（木）

出席者：村松敏光委員長ほか11名

議題：①平成18年5月号（675号）計画 ②平成18年6月号（676号）素案

■新機種調査分科会

月 日：2月22日（水）

出席者：渡部 務委員長ほか4名

議題：①新機種情報の検討 ②技術交流討議

■建設経済調査分科会

月 日：2月22日（水）

出席者：山名至孝委員ほか3名

議題：2006年度公共投資関係予算の概要

… 支部行事一覧 …

■ 北海道支部

■第1回調査部会調査委員会

月 日：2月14日（火）

出席者：村椿紀幸委員長ほか9名

議題：①平成18年度建設機械等損料算定表（北海道補正版）の発行に関する協議 ②平成18年度請負工事機械経費積算講習会に関する協議

■ 東北支部

■広報部会

月 日：2月23日（木）

出席者：山田仁一広報部会長ほか3名

議題：支部たより148号計画

■建設機械部会・建設部会合同部会

月 日：2月27日（月）

出席者：山崎 晃建設機械部会長，歌代 明建設部会長ほか14名

議題：建設機械に関連する各種情報交換（排ガス，建機事故，アスベスト暴露建機について）

■ 北陸支部

■除雪機械展示会開催（ゆきみらい2006 in 上越）

月 日：2月2日～3日

場所：リージョンプラザ上越駐車場

見学者：2,500名

■広報委員会

月 日：2月17日（金）

場所：北陸支部事務局

出席者：羽賀清治広報委員長ほか5名

議題：支部機関誌「あかしや通信」の発刊について

■除雪機械展示会

月 日：2月24日（金）

場所：新潟東映ホテル

出席者：新田恭士幹事ほか16名

議題：①除雪機械展示会実施報告 ②除雪機械展示会反省点について

■ 中部支部

■建設技術フェア in 中部実行委員会幹事会

月 日：2月1日（水）

出席者：五嶋政美企画副部会長

議題：建設技術フェア2006 in 中部実施内容の確認・検討

■施工部会

月 日：2月2日（木）

出席者：久保田靖夫施工部会長ほか9名

議題：「建設機械施工安全技術指針」説明講習会実施について

■部会長・副部会長会議

月 日：2月8日（水）

出席者：川西光照企画部会長ほか15名

議題：国土交通省中部地方整備局の災害対策用機械に対する運用支援についての検討

■調査部会

月 日：2月21日（火）

出席者：尾関宏一調査部会長ほか12名

議題：平成18年度建設事業説明会実施についての検討

■災害対策部会

月 日：2月22日（水）

出席者：森田耕司部会長ほか13名

議題：平成18年度部会活動について

■ 関西支部

■橋梁技術委員会

月 日：2月2日（木）

出席者：早川 充委員長ほか14名

議題：①安全施工マニュアルについて ②施工技術報告会について ③現場研修会について

■広報部会・編集委員会

月 日：2月3日（金）

出席者：名竹利行部会長，安田佳央編集委員長ほか9名

議題：①JCMA 関西第88号の発行報告および89号の取組みについて

■水門技術委員会

月 日：2月6日（月）

出席者：伊墻昭一郎ワーキンググループ長ほか7名

議題：水門扉への新技術導入について

■シールド技術分科会

月 日：2月10日（金）

出席者：河田 巖分科会長ほか8名

議題：①ニーズアンケートのまとめについて ②平成18年度の活動計画について

■広報部会編集委員会

月 日：2月16日（木）

出席者：安田佳央編集委員長ほか7名

議題：JCMA 関西第89号の取組みについて

■新春合同討論会

月 日：2月21日（火）

出席者：岡本哲哉建設業部会長、伊勢木浩二リース・レンタル業部会長ほか28名

議題：建設業におけるリース・レンタル業の役割について：①近畿地方整備局「災害時の機材調達について」②建設業部会「低騒音・低振動・低粉塵岩盤切削工法について」③リース・レンタル業部会「アスベスト関連工事における現状と問題点」

■ 中国 支 部

■第18回「わが社の新技術・新工法」発表会

月 日：2月16日（木）

場 所：国際教育センター

参加者：51名

題 目：①ソイルセメント地中連続壁CSM（カッターソイルミキシング）工法（間組土木事業本部技術第一部）増田浩二 ②ジャッキ駆動偏心多軸（J-DPLEX）シールド工法（大豊建設広島支店工事部）西脇孝典 ③環境配慮型遮水壁工法「EC（エコクレイ）ウォール工法（ライト工業技術本部地下技術部）池田幸一郎 ④ラテナビウォール工法（横引き方式シート止水壁工法）（清水建設土木技術本部技術第一部 横山勝彦 ⑤自然にやさしいFTマッドキラー工法（フジタ広島支店土木部）茶園裕二

■ 四 国 支 部

■技術部会幹事会

月 日：2月24日（金）

出席者：下河良夫技術部会長ほか10

名

議題：①平成17年度事業報告 ②平成18年度技術部会事業計画（素案）の検討

■施工部会幹事会

月 日：2月27日（月）

出席者：亀川和正施工部会長ほか11名

議題：①平成17年度事業報告 ②平成18年度技術部会事業計画（素案）の検討

■ 九 州 支 部

■第12回企画委員会

月 日：2月15日（水）

出席者：相川 亮委員長ほか7名

議題：①トンネル現場見学会について ②平成18年度支部役員、部会委員等の選任方法について

現場技術者のための

建設機械整備用工具ハンドブック

- ・建設機械整備用工具約180点の用語解説と約70点の使い方を収録。
- ・建設機械の整備に携わる初心者から熟練者まで幅広い方々の参考書として好適。

■A5判 120頁

■定 価：会 員 1,050円（消費税込）、送料420円

非会員 1,260円（消費税込）、送料420円

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8（機械振興会館） Tel. 03(3433)1501 Fax. 03(3432)0289

編集後記

先日終了したトリノオリンピックは、日本選手団が獲得したメダルが女子フィギュアスケート荒川静香選手の金メダル1個だけという少し残念な結果に終わりました。

しかし、強豪国と互角に戦った女子カーリングや50年ぶりに入賞したアルペンスキー競技など、今後の活躍が期待できる競技が出てきました。今回は残念ながら年齢制限で出場できなかった浅田真央選手など、4年後のバンクーバー・オリンピックが今から楽しみです。

話は変わりますが、この4月号を計画中の昨年11月にマンション等の構造計算書偽装問題が明るみに出ました。建築基準法の耐震基準に満たない建物が多数設計、建築されるという前代未聞の事件であり、大きな社会問題を引起こしています。

さらに、この問題は姉齒元建築士関連以外にも広がりを見せ、この編集後記を執筆中の3月上旬時点で偽装と認められた件数が100件を超えています。

この事件により関連行政や建設業界に対する国民の信頼は大きく低下しており、信頼回復に向けて関連制度の見直しが進められています。

一方、社会資本整備においても、建設市場縮小に伴う過度な安値受注や不良・不適格業者の参入による公共工事の品質低下問題が以前から顕在化していました。

この問題の解決策として、昨年4月「公共工事の品質確保の促進に関する法律（品確法）」が施行されました。この品確法は、公共工事の品質確保を目的に、価格だけでなく技術力も含めた総合評価による入札・契約を基本理念に掲げています。

本号は、品確法の施行から1年経過するのになみ、特集テーマを「品確法」、サブテーマを「公共工事の品質確保」としました。そして、品確法の概要、ガイドラインの解説、民間技術の活用方策、および公共工事の品質確保に向けた協会会員建設会社の取組みを紹介しています。

最後になりましたが、ご多忙中にもかかわらずご執筆頂いた著者の皆様に深く御礼申し上げます。

(西園・斉藤)

機関誌編集委員会

編集顧問

浅井新一郎	石川 正夫
今岡 亮司	上東 公民
岡崎 治義	加納研之助
桑垣 悦夫	後藤 勇
佐野 正道	新開 節治
関 克己	高田 邦彦
田中 康之	田中 康順
塚原 重美	寺島 旭
中岡 智信	中島 英輔
橋元 和男	本田 宜史
渡邊 和夫	

編集委員長

村松 敏光

編集委員

清水 純	国土交通省
浜口 信彦	国土交通省
照井 敏弘	農林水産省
夏原 博隆	鉄道・運輸機構
岩本 弘之	中日本高速道路
新野 孝紀	首都高速道路
坂本 光重	本州四国連絡高速道路
平子 啓二	水資源機構
吉村 豊	電源開発
松本 敏雄	鹿島
和田 一知	川崎重工業
岩本雄二郎	熊谷組
嶋津日出光	コベルコ建機
金津 守	コマツ
山崎 忍	清水建設
村上 誠	新キヤタピラー三菱
星野 春夫	竹中工務店
銅冶 祐司	東亜建設工業
中山 努	西松建設
森本 秀敏	日本国土開発
斉藤 徹	NIPPO
吉越 一郎	ハザマ
三柳 直毅	日立建機
岡本 直樹	山崎建設
小野 秀一	施工技術総合研究所

5月号「施工現場の安全 特集」予告

- ・建設工事の事故防止に対する国の施策
- ・建設工事における労働災害の現状
- ・建設業におけるヒューマンエラー防止対策
- ・建築物解体作業時等に従事する労働者の石綿暴露防止対策
- ・建設業労働安全衛生マネジメントシステム(COHSMS)の実施・運用
- ・ITとロボット技術を駆使したニューマチックケーソンの完全無人化施工
- ・ICタグおよびPHSを使用したトンネル坑内安全管理システム
- ・一層一節鉄骨建方工法
- ・平成17年度日本建設機械化協会事業報告

No.674 「建設の施工企画」 2006年4月号

〔定価〕1部840円(本体800円)
年間購読料9,000円

平成18年4月20日印刷

平成18年4月25日発行(毎月1回25日発行)

編集兼発行人 小野 和日児

印刷所 株式会社技報堂

発行所 社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3丁目5番8号 機械振興会館内

電話 (03) 3433-1501; Fax. (03) 3432-0289; <http://www.jcmanet.or.jp/>

施工技術総合研究所	〒417-0801 静岡県富士市大淵 3154	電話 (0545) 35-0212
北海道支	部 〒060-0003 札幌市中央区北三条西 2-8	電話 (011) 231-4428
東北支	部 〒980-0802 仙台市青葉区二日町 16-1	電話 (022) 222-3915
北陸支	部 〒950-0965 新潟市新光町 6-1	電話 (025) 280-0128
中部支	部 〒460-0008 名古屋市中区栄 4-3-26	電話 (052) 241-2394
関西支	部 〒540-0012 大阪市中央区谷町 2-7-4	電話 (06) 6941-8845
中国支	部 〒730-0013 広島市中区八丁堀 12-22	電話 (082) 221-6841
四国支	部 〒760-0066 高松市福岡町 3-11-22	電話 (087) 821-8074
九州支	部 〒810-0041 福岡市中央区大名 1-8-20	電話 (092) 741-9380