

# 京都議定書と情報化施工

建山和由

本年2月に京都議定書が発効したことをうけ、建設分野でも環境負荷低減に向けて積極的な取組みが求められている。本報文では、建設施工に伴う環境負荷低減の手法として、情報化施工の利用を提案する。これは、建設施工に関わる情報のリアルタイム収集、一元管理、共有化システムを構築することにより、施工の合理化を図るものである。これによりエネルギーや資材の投入を必要最小限に抑え、結果として施工に伴う環境負荷を最小限に抑える効果が期待される。

キーワード：環境負荷、京都議定書、情報化施工、精密施工、施工 CALS

## はじめに

2月16日、京都議定書が発行した。世界が温室効果ガスの削減に向けて待ったなしの取組みをして行くことになる。建設業界も例外ではなく、環境負荷低減に向けた取組みが求められることになる。このとき、情報化施工というツールが効力を発揮する。ここでは、京都議定書の発効を機に情報化施工の新たな役割を提案する。

## 地球温暖化と環境問題

実は、筆者自身京都に住んでいながら、京都議定書の内容を聞きかじり程度しか知らなかったことを反省し、少し整理してみる。

まず、図-1を見て頂きたい。この図は、地球全体の年平均気温の記録と予測である。このグラフは、温室効果ガスの排出に基づく気候モデルを用いて予測が行われている。地球気温の将来予測は、研究者により異なり、この図と様相を異にする予測もあるが、いずれにしろこれから50年、あるいは100年にわたり、平均気温は上昇すると予測されている。

平均気温が上昇すると、我々の生活に大きな影響が現れる。陸地では、蒸発や降雨といった水の循環が激しくなり、その結果渇水に苦しむ地域がある一方、洪水が多発する地域が現在よりも多くなる。図-2は、日本における年平均降雨量の経年変化をまとめたグラフである。この図より明らかなように、平均降雨量の

変動は年々大きくなっており、渇水と多雨の年の差が徐々に広がってきている。

また、温暖化が進むと、海水温度の上昇により極地の水が溶け出し、結果として海面が上昇することにな

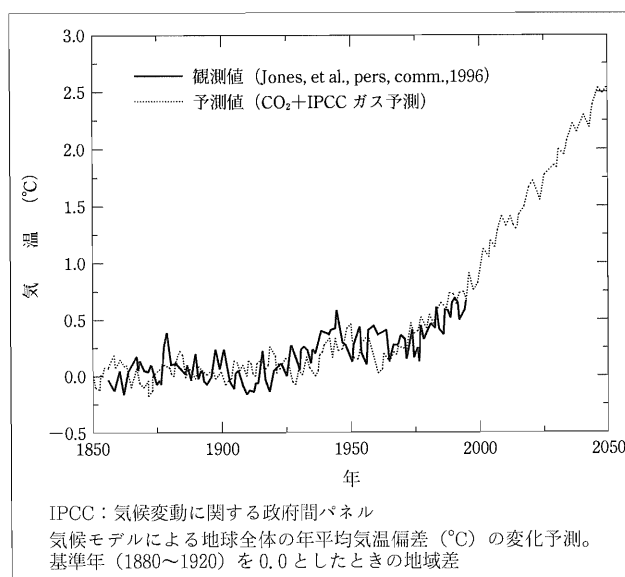


図-1 地球の平均気温の経年変化とその予測

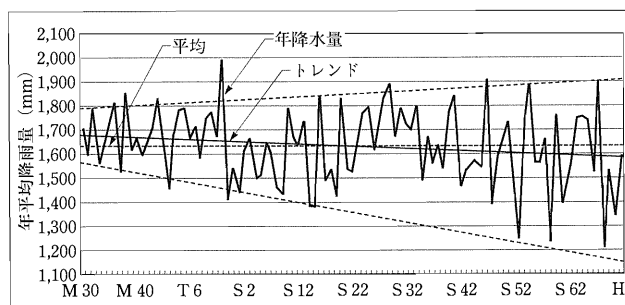


図-2 日本の年平均降雨量の経年変化(竹村公太郎氏提供)

る。2100年には海水の水位は現在よりも15~95cm上昇し、その後も上昇し続けると言われている。この結果、国土を失う国が続出し、高波や津波の影響を受ける地域が増大することが予想される。

さらに地球温暖化は生態系にも影響を与える。温暖化による生態系の変化は、農林水産業にも影響を与え、我々の食料事情も大きな変化を受け入れざるを得ない状況に陥ることになる。

## 京都議定書の発効

地球温暖化の原因の多くは人間の活動により発生する二酸化炭素やメタンなどの産業排気ガスによると言われている。これらのガスが地球上空に滞留すると太陽からの熱エネルギーが外部に散逸することなく、地表とこのガス層の間に蓄積され、結果として地表の温度が高くなる。これらのガス層が地球を包む温室のような役割を果たすわけである。このため産業排気ガスは温室効果ガスと呼ばれている。1950年以降、産業の発展に伴い、石油や石炭などの化石燃料の消費が急増した。これに伴い温室効果ガスの排出量も指数関数的に増加し、結果として地球の平均気温が急激に増加してきたことは、図-1の平均気温の経年変化からも読取れる。

このような状況に対する危機感の高まりから、1992年ブラジルのリオデジャネイロ市で地球環境サミットが開かれ、地球温暖化に影響のある排出ガスに関し、各国ごとに削減値を設定することが提案された。そして、1997年に第3回地球環境サミットが京都で開催され、リオで話しあわれた地球温暖化防止のための具体策として、その手段、方法、目標とスケジュールを記した「京都議定書」が提唱された。その要点は、

- 先進国の温室効果ガス排出量について、法的拘束力のある数値目標を各国毎に設定する。
- 国際的に協調を行う。具体的には、目標を達成するための仕組みとして、排出量取引、クリーン開発メカニズム、共同実施などを推進する。
- 途上国に対しては、数値目標などの新たな義務は導入しない。
- 数値目標としては、1990年の排出量を基準として各国毎に削減量の目標値を設定する。例えば、EU各国はこれらの国が1990年に排出していた量から8%、アメリカは同じく7%、日本は6%の削減を目標とし、先進国全体で少なくとも5%の削減を目標とする。

この削減を2008年~2012年の5年間で達成す

る。

またこの議定書は、次の要件を満足したときから、90日後に発効する。

- 55カ国以上の国が締結。
- 締結した国の合計の二酸化炭素の1990年の排出量が、世界全国の合計の排出量の55%以上。

京都議定書が提案され、世界がこの方向に動き出すかに見られていたが、温室効果ガスの排出を規制することは自国の産業を抑制することにもなりかねず、各国の足並みはなかなか揃わなかった。このような状況の中、2001年に最大の排出国であるアメリカがこの理由から議定書から離脱することを表明したため、議定書の発効は絶望的かと思われたが、2004年11月にロシアが議定書に批准した時点で発効要件を満たすことが確定し、2005年2月16日に発効するに至った。

## 京都議定書と建設業界

京都議定書が発効され、日本でもあらゆる場面で温室効果ガスの削減に向けた取組みが求められることになる。図-3は日本における主要な温室効果ガスであるCO<sub>2</sub>の排出量の経年変化を表している。議定書に従うと、1990年のレベルから6%削減が求められるのだが、問題は、1990年から現在までにすでに15年経過しており、その間、日本では8%ものCO<sub>2</sub>発生量を増加させていることにある。このため、1990年のレベルから6%削減したレベルに排出量を保とうとすると、現在のレベルからは、14%の削減を達成しなければならないことになる。

図-3には、CO<sub>2</sub>発生量の全量と共に、部門別の発

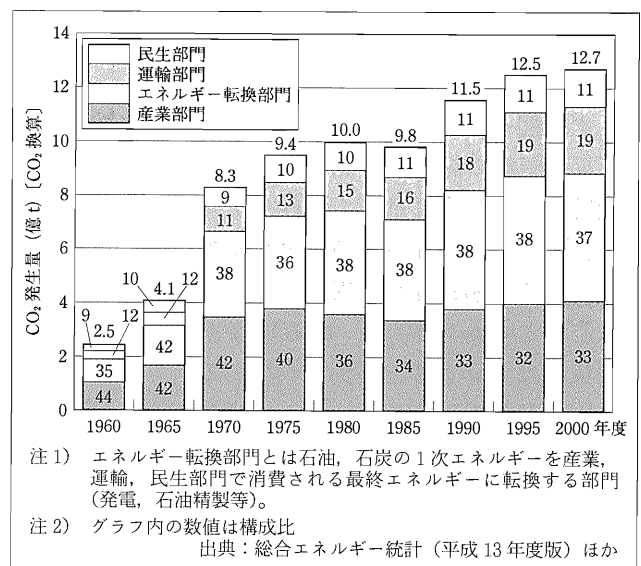


図-3 日本の部門別CO<sub>2</sub>発生量の経年変化(財団法人日本原子力文化振興財団ホームページより)

生量も示されている。建設業が属する産業部門も全体の排出量の1/3を占めており、今後、CO<sub>2</sub>の排出削減に対する取組みが求められることになる。

### 情報化施工と環境負荷低減

建設部門でCO<sub>2</sub>削減に取り組むとなると、最初に思いつくのが排ガス対策を施した建設機械の使用である。建設機械の排ガス対策も進み、環境対応型の重機も見られるようになった。もちろん、これらの取組みも効果的ではあるが、それだけでは十分とはいえない。そこで、情報化施工を利用することを提案する。以下、その効果について事例を挙げて紹介する。

図-4は、ある海洋埋め立て工事のための採土を行っている現場の概要である。詳細はすでに紹介しているのでそちらを参照されたい<sup>1),2)</sup>。この現場では、発破と重機を使用して山を掘削し、掘削した岩塊は破砕機で200mm以下に破砕して栈橋から土運船に積出している。掘削された土砂は、山側では、重ダンプトラックで運搬され、破砕機以降はベルトコンベヤで運搬される。使用されている重機は、いずれも大型の機械で、ブルドーザ4台、油圧ショベルとホイールローダが各2台、ダンプトラック10台、モーターグレーダ1台、

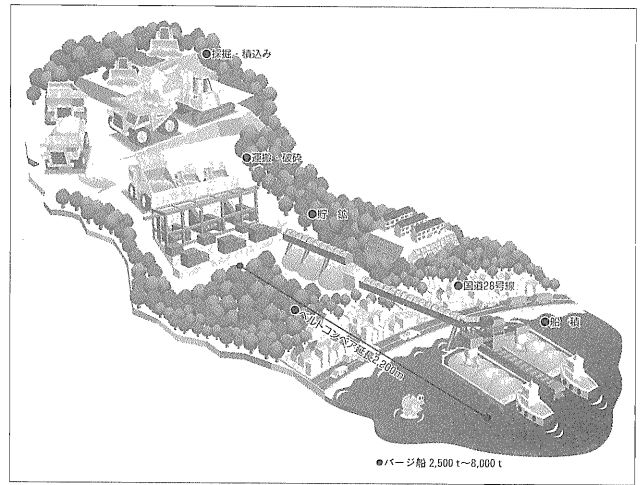


図-4 採土工事の概要

ブレーカ3台、破砕機3機等で、山は、土砂、軟岩、硬岩からなる。

この現場では、破砕機的能力が限られているため、長期にわたり一定の土砂を搬出するためには、土砂、軟岩、硬岩をバランスよく採土する必要があること、効率を上げるとともにコストを縮減するため、重機や爆薬の使用の最適化をはかる必要があることから施工CALISのシステムが導入された。

図-5は、この現場で採用された情報収集用のハー

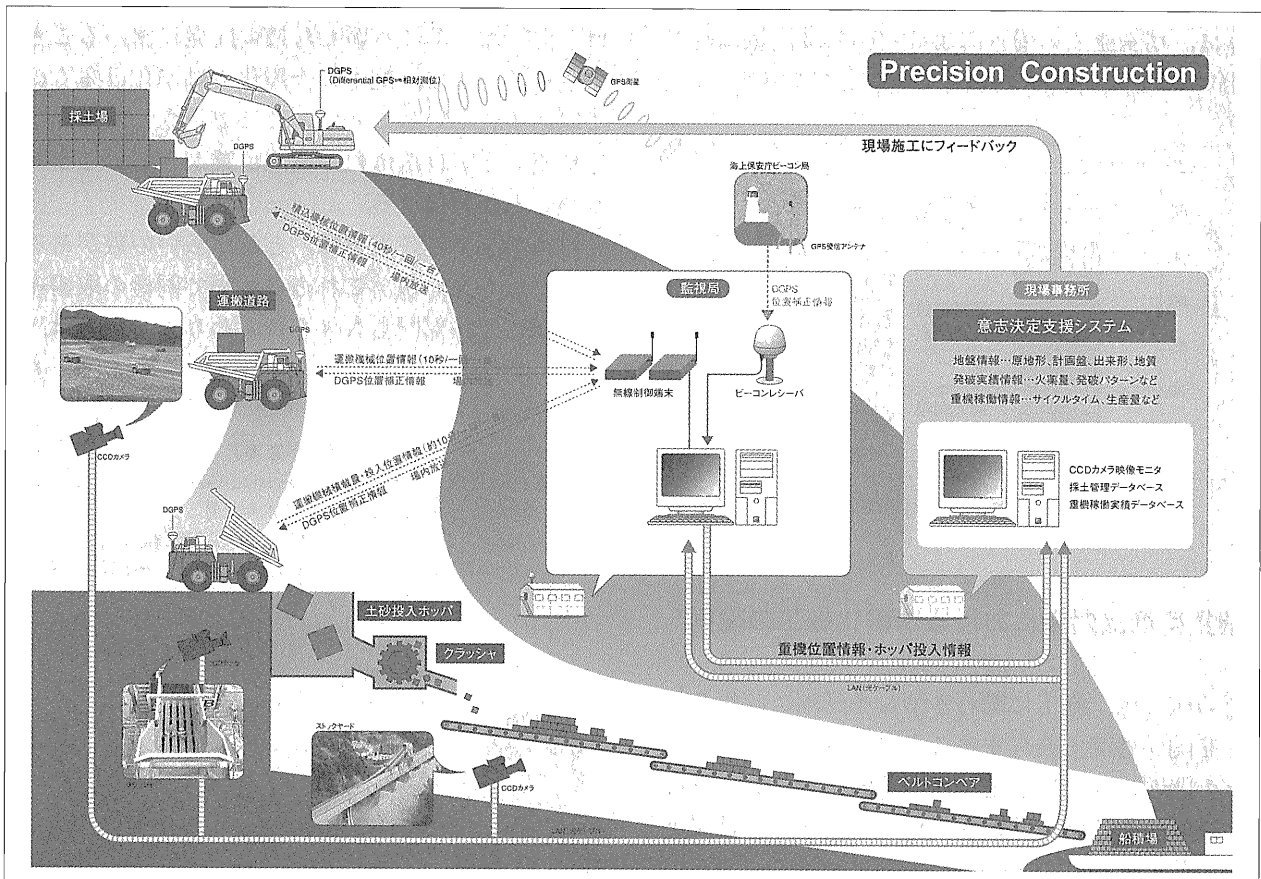


図-5 情報化施工で用いられたハードウェア

ドウェアである。重機の位置や稼働状況はGPSを用いてリアルタイムで把握され、掘削土量や破砕量等はセンサや機械負荷から計測される。また、各サイトの状況はCCDカメラで常時観察されている。これらの情報は、工事事務所一元管理されており、このシステムを使うことにより、現場の稼働状況をほぼリアルタイムで把握することができる。さらにこの現場では、これらの情報を現場事務所と共に各サイトで共有化することにより、技術者が同じ情報を用いて同時に施工の改善を検討することのできる仕組みを構築した。すなわち、施工に関わる詳細な情報を収集し、それを用いて細部に至るまで施工の最適化をはかる取組みを行っていったわけで、この意味からこのシステムは精密施工と呼ばれている。このシステムを用いると、現場で何らかの問題が生じて各施工プロセスで協調して迅速に、かつ柔軟に対処することができるようになり、施工効率の大幅な改善を実現することができた。

この取組みを通じた施工の改善を行った結果、重機や資材の使用を極力抑えて所定の採土を行うことができるようになった。これは、必要以上の重機や資材の使用を省いたことを意味しており、このことは、工事に伴う環境負荷の低減をもたらしてくれた。図-6はこの現場で発生したCO<sub>2</sub>の排出量を、今回の精密施工導入前後で比較したものである。この図より明らかなように、精密施工の導入により、CO<sub>2</sub>排出量にして約24%の環境負荷低減を達成することができた。

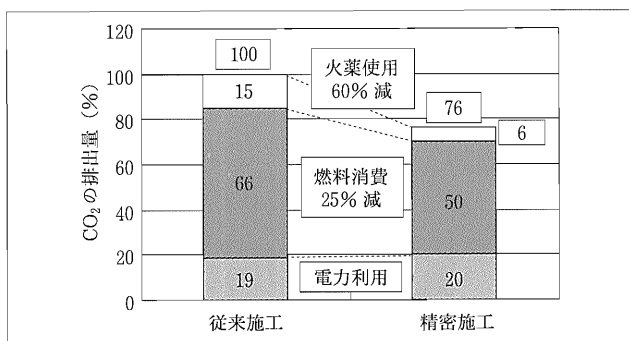


図-6 精密施工導入による環境負荷低減の実績

## 環境負荷低減対策における情報化施工の役割

前述の例では、施工に関わる情報を詳細に収集し、それらに関係者間で共有することにより、現場における種々の問題に対して迅速かつ柔軟に対応し、常に施工の最適化をはかる仕組みを作っていた。結果として環境負荷低減を図ることができたが、ここで、情報化施工の役割を整理すると、

- ① 情報を有効に利用することにより、個々の工程や工程における作業の最適化をはかることができる。これにより必要最小限の入力で所定の工事を行うことができ、結果として環境負荷低減を達成することができる。
- ② 施工に関する情報を収集するため、工事に伴う環境負荷を定量的に把握することができる。この情報を用いると、各作業工程が環境負荷に与える影響の大小を認識することができ、これを基に環境負荷低減のための改善策の検討を議論することができる。

このうち、後者は、情報化施工に新たな機能を付加することになるが、この機能は将来の建設部門において重要な役割を果たすことになると思われる。

## おわりに

本報文中で紹介した工事例は大規模土工であり、高度化したIT機器を導入することができたが、本来情報化施工はIT機器を導入することが目的ではなく、施工で得られた情報を施工の改善に有効に利用することにある。極端な話、紙と鉛筆で集めた情報も施工の改善に利用されれば、立派な情報化施工といえる。このため、小さな現場であっても工夫次第で同様の取組みは十分行え、それが新たな技術開発に繋がることが期待される。また、施工の合理化や効率化は多くの現場で取組まれていることで、ここで紹介した視点で工事を見直すと実は環境負荷低減に繋がっているケースも多いことと想像する。

日本全国で建設工事は、どれくらいの数があるのか知るすべもないが、これらの現場で同様の取組みが始まれば、建設部門も大きく様変わりするのでは、と期待している。

JICMA

### 《参考文献》

- 1) 建山和由：ITと建設施工—Precision Constructionの試み—、建設の機械化、No.625、pp.3-7、2002年3月
- 2) 大前延夫、建山和由、海老原雄志、須田清隆、黒台昌弘：大規模土工の現場管理における統合化システムの開発、土木学会・土木建設技術シンポジウム論文集、2002年

### 【筆者紹介】

建山 和由 (たてやま かずよし)  
立命館大学  
理工学部  
教授  
工博

