

# リサイクル特集

## オンサイトにおける骨材再生プラントの適用

岸野 富夫・高橋 周男・宮地 義明・黒田 泰弘

資源循環型社会の構築に一躍を担う「シミズコンクリート資源循環システム」が開発された。このシステムは、構造物の解体工事から発生するコンクリート塊を骨材再生プラントにより、高品質の粗骨材及び細骨材を回収して、新たな構造物用の生コンクリートを供給するリサイクルシステムである。今回、このシステムが初めて実際の建築工事に適用され、その有効性が実証された。

キーワード：コンクリート資源循環，骨材再生，コンクリートリサイクル，高品質骨材

棟建替工事での状況を主に紹介する。

### 1. はじめに

昭和40年代以降に建設され、老朽化した鉄筋コンクリート建築物が今後順次解体されることが予想される。この場合に、コンクリート塊が大量に発生する一方で、現在確立されている路盤材としての再利用法だけでは処理できる量に限界があるうえ、最終処分場も飽和状態になりつつある。

このような背景のもとに、清水建設株式会社（以下、当社）は「循環型社会の構築に貢献する」ことをねらいとして「コンクリート資源循環システム」を東京電力株式会社と共同開発し、現在までに富士通株式会社蒲田新棟工事及び東京団地倉庫株式会社平和島倉庫A-1棟建替工事の2現場に適用した。

本報文では、このシステムの概要とこのシステムを約1年半の間適用した、東京団地倉庫株式会社A-1

### 2. システムの概要

コンクリート資源循環システムは、解体した建物から発生するコンクリート塊を、高品質の再生骨材（砂利と砂）と微粉末（主にセメント成分）とに分離し、再生骨材は再び構造物のコンクリート骨材として、また微粉末は地盤改良材等に再利用するという、コンクリートリサイクルのシステム化を初めて実現した。このシステムは図-1の手順で施工される。

- ① 事前調査により、良質の骨材であるか、アルカリ骨材反応がないか等を調査する。
- ② 建物を解体し、40 mm アンダー程度のコンクリート塊に処理する。
- ③ コンクリート塊を骨材再生プラントを使用し、粗骨材と細骨材に再生するとともに、微粉末を分離する。
- ④ 再生された粗骨材及び細骨材は、生コンクリートプラントで新規建物のコンクリートとして、杭・基礎や構造物のコンクリートとして打設される。
- ⑤ 微粉末は、社内の現場で地盤改良材や地盤材などに利用される。

### 3. プラントの概要

#### (1) 骨材再生プラント

このシステムの骨材再生プラントには、三菱マテリアル株式会社製の「加熱すりもみ」方式を採用した。加熱すりもみ方式とは、コンクリート塊を300℃

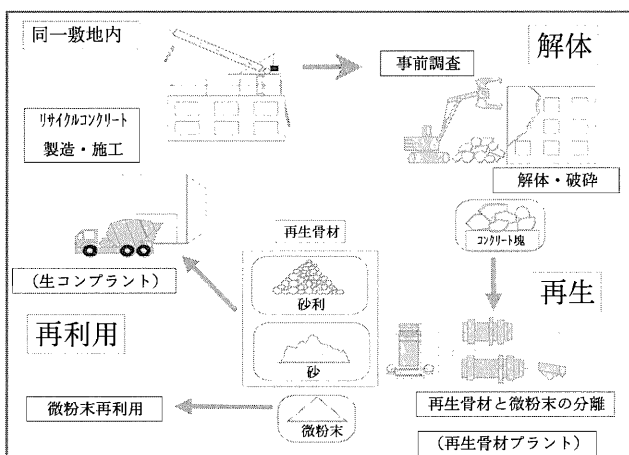


図-1 コンクリート資源循環システム概要図

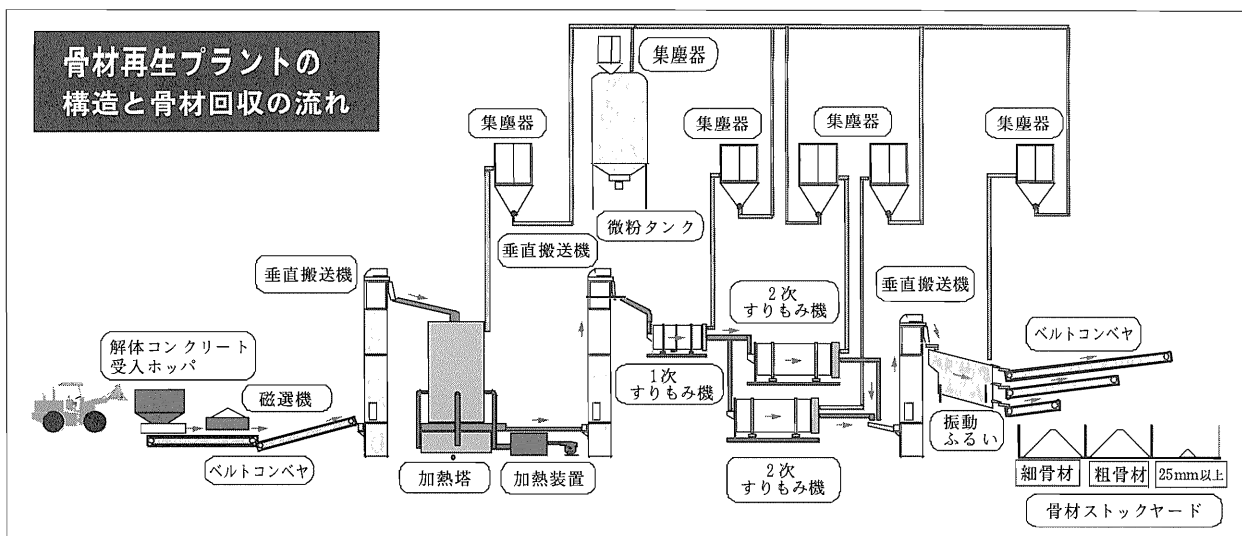


図-2 骨材再生プラントの概要図

前後に加熱処理してセメントペースト部分を脱水・脆弱化し、後工程でセメントペースト分を剥離しやすくする方法である。この方法で処理すると、粗骨材及び細骨材ともに高品質の骨材が回収できる。このプラントの構造と骨材回収の流れを図-2に示す。

コンクリート塊は、ホイールローダにてホッパに投入された後、加熱塔にて加熱され、一次すりもみ機（粗骨材ミル）及び二次すりもみ機（細骨材ミル）を通過する過程でコンクリート塊のセメントペースト分が除去・分離され、粗骨材と細骨材が回収される。

すりもみ機としては、磨砕機的一种であるミルを採用している。回転している円筒状の中に、再生用のコンクリート塊を入れることで、連続的に磨砕を繰り返しながら砂利や砂を再生していく。この過程でほとんどの微粉末が発生する。発生した微粉末は、微粉タンクに回収・貯蔵される構造になっている。

また、微粉タンク内に貯蔵された微粉末は、袋詰め又は、ジェットバッグ車にて抜取ることができる。

このプラントは移設型であり、3mの立方体を1ユニットとし、40以上のユニットで構成されている。運送はこのユニットをトレーラにて現場へ搬送し、クレーンで組立て、解体を行う。

表-1 骨材再生プラントの仕様

プラント型式	・移設型ダイアゲイト製造プラント
メーカー	・三菱マテリアル株式会社
処理能力	・9.0t/h (最大)
寸法・重量	・W×D×H 48×23×15 (m) ・280 t
主な構成機器	・加熱炉 ・粗骨材ミル ・細骨材ミル ・集塵機 ・搬送用コンベヤ 他
再生骨材品質	・吸水率 (粗骨材: 3.0% 以下 細骨材: 3.5% 以下) ・絶乾密度 (2.5g/cm <sup>3</sup> 以上)

当社が導入した、骨材再生プラントの仕様は表-1となっている。コンクリート塊の処理能力は、投入する骨材の状態により変動するが、最大で9t/hとなっている。

このプラントで再生される骨材の品質に関しては、JIS A 5308 の付属書1のレディミクストコンクリート用骨材の吸水率及び絶乾密度の基準を満足する結果が得られている。再生された高品質の粗骨材及び細骨材の外観を写真-1、写真-2に示す。

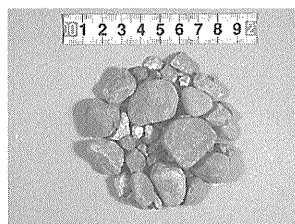


写真-1 再生粗骨材

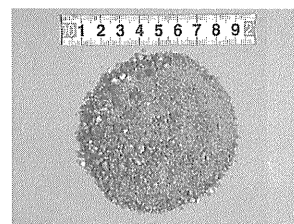


写真-2 再生細骨材

## (2) バッチャープラント

バッチャープラントは、コンクリート資源循環システムを適用する現場のコンクリートの打設計画、製造量、設置場所及び設置期間等の条件により異なるため、各現場条件に合ったプラントを選定する必要がある。

付帯設備としては、試験室及び濁水処理施設等の設置が必要となる。

## 4. 現場適用

### (1) システムの導入

得意先と当社の環境問題への積極的な取組みが合致し、その環境に関する技術内容の柱が、このコンクリー

ト資源循環システムであった。

環境保全への貢献を経営理念に掲げている発注者に、新たな天然骨材の採取を抑制でき、循環型社会の構築に貢献できる技術であるとの評価を得て、採用された。

採用に際しては事前調査を行い、解体するコンクリートから得られる骨材がリサイクルに適していることを確認して、導入を決定した。

再生骨材コンクリートの建築構造体への適用に際しては、国土交通省の大臣認定を申請し、取得している。

(2) 工事概要

工事概要は以下のとおりである。現場は、都心部における大規模な現場であり、東京モノレールの羽田線や、トラック運転士用の宿泊施設が隣接しており、細心の注意で工事を進める必要があった。

① 解体工事 (写真-3)

- ・所在地：東京都大田区平和島 3-6-1
- ・発注者：東京団地倉庫(株)
- ・解体建物名称：東京団地倉庫(株)平和島倉庫 A 棟
- ・構造/規模：RC 造 4 階建
- ・建築面積：21,3693 m<sup>2</sup>
- ・延床面積：68,309 m<sup>2</sup>
- ・竣工年：1970 年

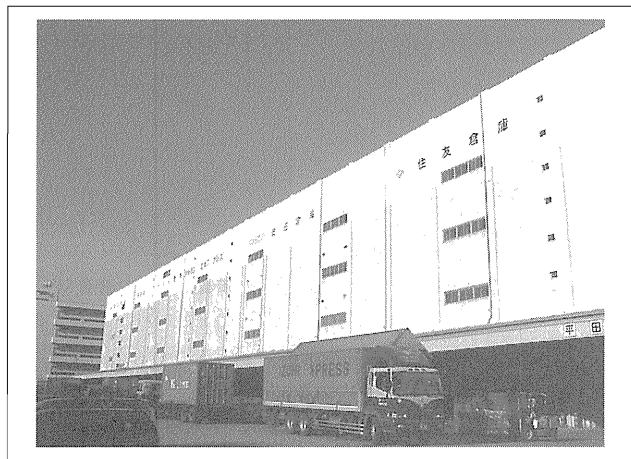


写真-3 解体前建物の外観

② 新築工事 (写真-4)

- ・建物名称：東京団地倉庫(株)  
平和島倉庫 A-1 棟
- ・設計/監理：(株)三菱地所設計
- ・施工者：清水・大成共同企業体
- ・工期：2002 年 5 月～2004 年 2 月
- ・構造/規模：SRC 造 6 階建
- ・建築面積：12,820 m<sup>2</sup>
- ・延床面積：62,132 m<sup>2</sup>

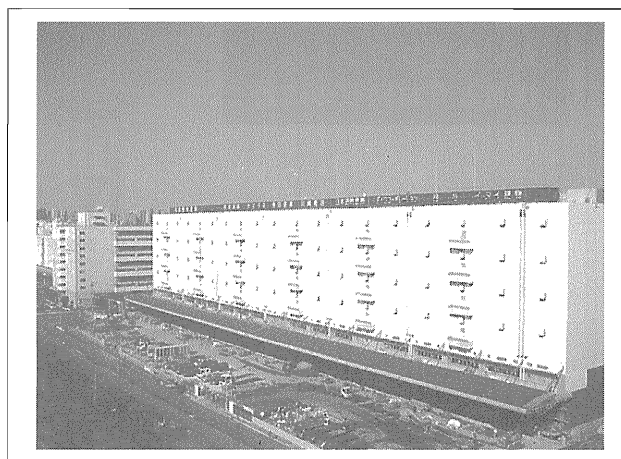


写真-4 新築建物の外観

(3) プラントの組立て

骨材再生プラント及びバッチャープラントの組立て、設置に際しては、建物の解体工事及び新築建物工事の工程に合わせて実施した (表-2)。

表-2 新築工程とプラント設置・稼働工程

項目	2002年												2003年											
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
既存建物解体																								
杭・基礎工事																								
地上躯体工事																								
仕上げ・設備工事																								
外構工事																								
再生骨材製造																								
生コン製造																								

組立て開始から本格的な稼働までは、最適な各パラメータ設定や試運転のため約2カ月を要した。役所の諸手続き後や、プラントの組立て等に関しては、同じプラントを先行設置していた、富士通株式会社蒲田新棟工事での実績・経験が活かされた。

プラントを設置するための基礎工事と旧建物の解体工事 (写真-5) は、ほぼ同時期に施工され、リサイ



写真-5 旧建物の解体



写真-6 コンクリート塊の処理

クルする解体コンクリート塊は、40 mm アンダーに処理された後、所定の場所に一時的にストックした。  
(写真-6)

現場における骨材再生プラントの基礎工事(写真-7)・組立て(写真-8)順序は、以下の手順で実施した。

① 基礎工事・ベースコンクリートの打設

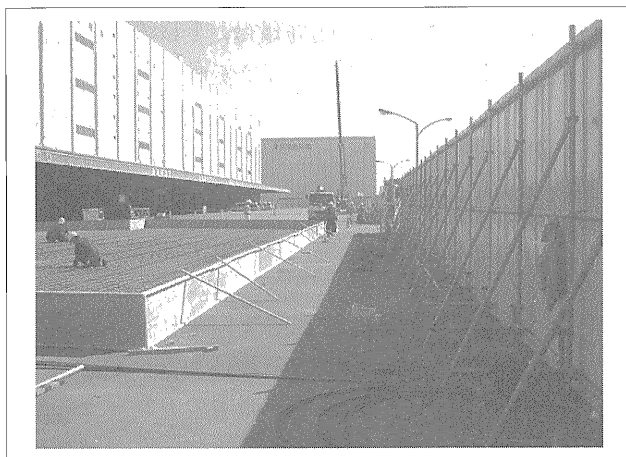


写真-7 プラントの基礎工事

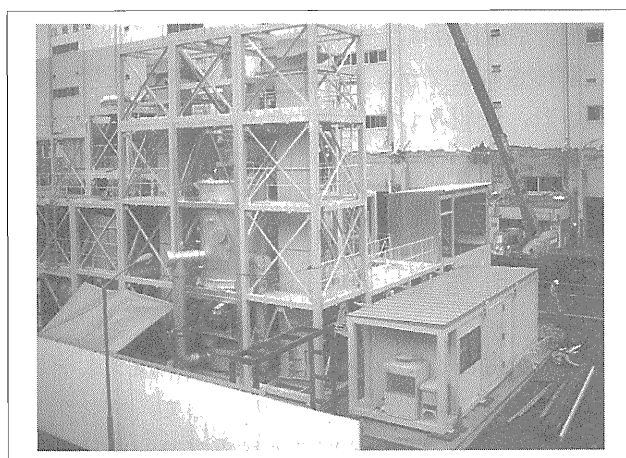


写真-8 プラントの組立て状況

- ② プラントベースプレートの設置
- ③ プラントユニット(各装置)の組立て
- ④ ダクト配管類、配線類の接続
- ⑤ 各装置の個別作動確認
- ⑥ プラント全体の試運転及び負荷試験
- ⑦ 運転パラメータの設定
- ⑧ 製品ヤード等付帯設備の設置工事

組立て後、試運転までの間に、役所申請の中で完成検査等の必要な検査は検査申請を提出し、検査終了後に初めてプラントの試運転・調整作業に入った。

バッチャープラントについては、土木工事等での仮設用としての設置が一般化しており、設置に関しては比較的スムーズに行うことができた。また、骨材再生プラントと同様各関連法規の基づいた検査申請及び検査等が必要となる。

(4) プラントの稼働

骨材再生プラント(写真-9)は平成14年5月から本格的に稼働を開始した(表-3)。

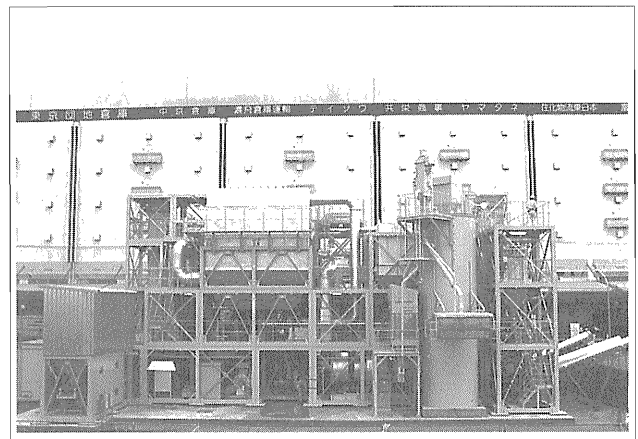


写真-9 組立て後の骨材再生プラント全景

表-3 プラントの稼働期間

	プラント稼働期間	
骨材再生プラント	2002.5~2003.7	15カ月
バッチャープラント	2002.7~2003.8	13カ月

プラントを稼働し、再生骨材を製造していく体制は、オペレータ班、パトロール・点検班、材料移動・投入班及び再生骨材(製品)移動班の4職種の班で行った。また、この現場での一日のプラント稼働時間は10~14時間であった。作業員は、各作業を兼務できるように工夫した。

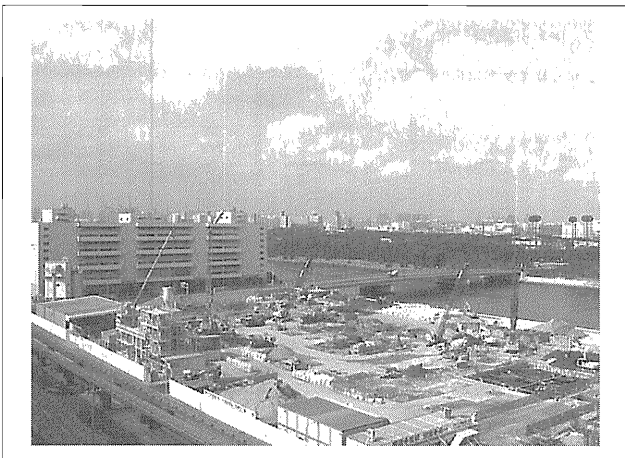
プラントのコンクリート塊を処理する能力は、平均で約7t、最大で約9tであった。再生された粗骨材

及び細骨材は、隣接するバッチャープラント用の骨材ストックヤードに移動・保管し、適宜生コン骨材として再生利用した。

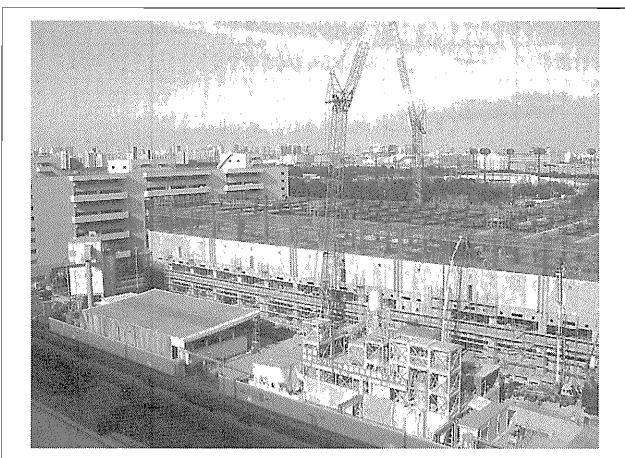
バッチャープラント（写真—10）は、再生骨材の生産状況と現場の進捗工程に合わせ、基礎工事から躯体工事用の生コンクリートを製造した（写真—11、写真—12）。



写真—10 組立て後のバッチャープラント全景



写真—11 基礎工事とプラントの状況（東京団地倉庫(株)平和島倉庫 A-1 棟）



写真—12 躯体工事とプラントの状況（東京団地倉庫(株)平和島倉庫 A-1 棟）

バッチャープラントの横には試験室を設置して、通常のコンクリートプラントと同様の品質管理のもとで生コンクリートの製造を行った。

骨材を再生する過程で、粗骨材と細骨材以外にセメントペースト分である微粉末が発生する。プラント内で発生した微粉末は、すべて微粉タンクに集められ、計量しながらトンバッグに詰められる。これらの袋詰めされた微粉末は一時保管され、社内の他現場からの要請があった時点で、地盤改良材等として利用される。また、当社の他現場で多量に使用する場合は、ジェットバッグ車を使用し、運搬した。

#### （5）再生骨材の製造実績

今回の東京団地倉庫平和島倉庫 A-1 棟建替え工事では、約 34,500 t の解体コンクリート塊をリサイクル処理した。その結果、再生粗骨材約 10,800 t、再生細骨材約 6,400 t を回収することができた。この回収比率については、解体したコンクリートによっても変化する。なお、上記製造量は、絶乾ベースの数量となっている。

1 日の解体コンクリート塊の処理量は、平均すると 100～110 t/日であった。処理量は、1 日の稼働時間や点検・調整にかかる時間によって変動する。

また、処理するコンクリート塊の状態（含水率や塊の大きさ等）が、処理能力に大きな影響を与えていることも確認できた。

#### （6）プラントの解体

プラントの解体作業は、組立て作業と逆の手順で実施した。しかし、同一敷地内の新築工事が最盛期であり、揚重用クレーンの配置や運搬用のトレーラの配置など、予想以上に難しい点も多かった。クレーンは最大で 160 t クラスの移動式油圧クレーンを使用した。

プラントは移設型ではあるが、各ユニット間にまたがる配管や配線等は、一部切断して解体する部分もあった。解体されたプラントは、トレーラで保管場所まで移送され、仮組みして保管した。

解体作業は、プラントの解体に約 10 日間、基礎の解体作業等に 10 日間で、合計で約 20 日間を要した。

### 5. 適用結果

今回ほぼ同時期にコンクリート資源循環システムを 2 つの現場に適用した。その結果として、コンクリート資源循環システムが非常に高品質なコンクリートのリサイクル技術であることが実証できた。

システムを構成する骨材再生プラントについては、組立て、稼働、解体及び運用に関し、初めてのことが多かったが、事前の調査と計画的なメンテナンスなど、現場の工夫により大きなトラブルもなく適用できた。

粗骨材や細骨材は、高品質なものが回収でき、JIS規格（砂利の吸水率3.0%以下、砂の吸水率3.5%以下、絶乾密度2.5 g/cm<sup>3</sup>以上）を十分に満足している結果が得られた。

コストに関しては、現状では購入骨材と比べかなりの割高になっている。今後更なる技術の展開を考えると、大幅な骨材再生コストの低減と処理能力の向上が課題といえる。プラントメーカーとしても当社導入機が初めての實用1号機であったため、改善点及び今後の課題とする点も多かった。

今回の現場適用で、今後のこの関連技術に対する評価や方向を決めていくための関連データの収集ができた。現在、このデータの分析、まとめを行っており、この結果を、今後のコンクリートリサイクル技術の向上に活かしていくつもりである。

## 6. おわりに

今回の現場導入に際し、工事発注者である富士通株式会社及び東京団地倉庫株式会社の多大なるご支援とご理解を頂き、コンクリートの循環型社会の構築に対し、一歩前進できた事を深く感謝いたします。

今後は、今回の2つの現場での経験と技術を活かし、

更なる技術の向上に努める所存です。

JCM A

### 《参考文献》

- 1) 黒田泰弘・橋田浩・宮地義明：再生骨材コンクリート 12500 m<sup>3</sup>を建築躯体に本格採用，セメント・コンクリート，No. 685，pp. 8-18，2004. 3

### 【筆者紹介】

岸野 富夫（きしの とみお）  
清水建設株式会社  
建築事業本部生産技術統括  
機械部  
副部長



高橋 周男（たかはし かねお）  
清水建設株式会社  
建築事業本部  
生産技術統括



宮地 義明（みやち よしあき）  
清水建設株式会社  
建築事業本部  
東京建築第一事業部  
工事長



黒田 泰弘（くろだ やすひろ）  
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



# 建設機械図鑑

本書は、日本建設機械要覧のダイジェスト版として、写真・図版を主体に最近の建設機械をわかりやすく解説したものです。建設事業に携わる方々、建設施工法を学ばれる方々、そして建設事業に関心のある一般の方々のための参考書です。

A4判 102頁 オールカラー 本体価格 2,500円 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