

# 地下空間

中野 謙

## 設計・施工提案型入札時 VE 方式による共同溝建設工事のコスト縮減

—春日井共同溝工事の施工事例—

加納 行雄・高橋 誠

愛知県春日井市の春日井共同溝工事は、泥土圧式シールド工法により全長 6,820 m の玉石混じり砂礫地盤を、1 台のシールド機で施工する国内最長級のシールド工事であり、シールド機の耐久性向上、特にカットビットの摩耗低減が重要な技術検討課題であることから、民間の最新技術を導入するとともに、建設コスト縮減を目的として「設計・施工提案型入札時 VE 方式」を採用した。工事は、大泉寺工事（1 工区：3,420 m）と瑞穂工事（2 工区：3,400 m）に分割され、現在、大泉寺工事の掘進が完了し良好な結果を得ることができた。本報文では、春日井共同溝工事の技術提案概要と施工実績を紹介する。

キーワード：設計・施工提案型入札時 VE、コスト縮減、長距離シールド、ビット摩耗低減、シールド工事、ビット交換

### 1. はじめに

春日井共同溝は、春日井市大泉寺町と勝川町 4 丁目を結ぶ延長 6,820 m の玉石混じり砂礫地盤を、1 台のシールド機（泥土圧式）により施工する国内最長級のシールド工事である。共同溝の中には電力および電話ケーブルが収容され、楠・味美共同溝と接続して名古屋市と春日井市を結ぶライフラインのネットワークを構築する。

図-1 に位置図、図-2 に標準断面図、グラビアにシールド機を示す。

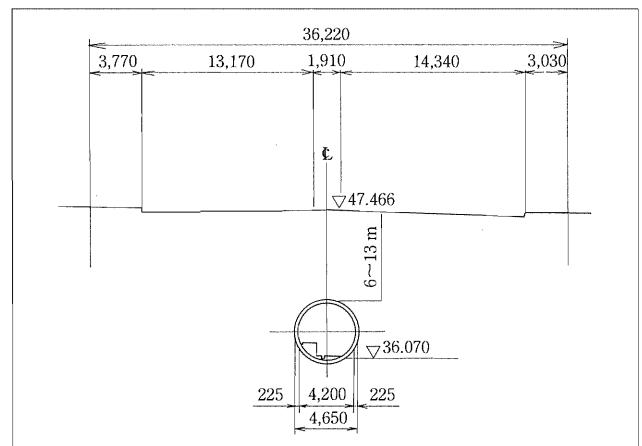


図-2 標準断面図

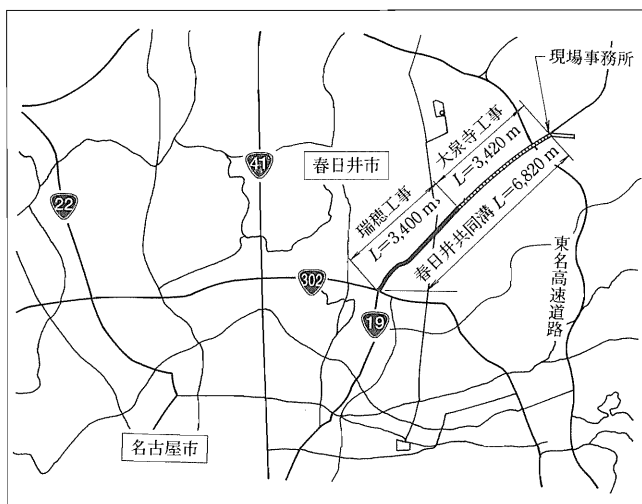


図-1 位置図

近年のシールド工事は、交通障害の低減、沿道環境の保全ならびにコスト縮減を進めるために、掘進距離の長距離化が検討されており、シールド機の耐久性向上、とくに砂礫地盤を掘進する場合に摩耗が著しいカットビットの耐久性向上が重要な課題となっている。

本工事では、これらの技術に関して民間の最新技術を導入するとともに建設コスト縮減を目的として、設計・施工提案型入札時 VE 方式が導入され、カットビット交換方法を含む最新技術が採用された。

### 2. 計画概要

#### (1) 工法選定

春日井共同溝は、名古屋市北東部に位置する春日井

市の一般国道 19 号路面下 (6~13 m) の共同溝であり、以下の条件のもと、現道交通の確保と沿道環境保全を目的に泥土圧式シールド工法が採用された。

- ① 交通量：T<sub>99</sub> 約 67,000 台/日
- ② ピーク時混雑度：1.41
- ③ 緊急復旧活動上重要な交通規制路線
- ④ 主要交差点間隔が約 500 m と過密
- ⑤ コンクリート舗装にて整備済み
- ⑥ 沿道は発進区間の一部を除き近隣商業区域

(2) 地質条件

図-3 に路線平面図、図-4 に想定地質縦断面図を示す。シールド掘進土層は、洪積層の締まった砂礫層 (桃山礫層 D<sub>mg</sub>) および、硬質な粘性土層 (矢田川累

層粘性土層 P<sub>c</sub>) で、80% 以上が玉石混じり砂礫層 (玉石の最大粒径は 300 mm を想定) となっている。地下水位は GL-11.0 m~-7.0 m で、発進から約 800 m が無水区間である。

(3) 工事概要

大泉寺工事は、発進立坑から約 820 m 地点の中間立坑 (EB 5) でカッタフェイスの損耗状況を調査、整備・点検後、再掘進して 3,420 m 地点の地中拡幅分岐部 (EB 3) でシールド機をオーバーホールして瑞穂工事に引継ぐ計画となっている。地中拡幅分岐部 (EB 4, EB 3, EB 2) は、大泉寺工事で EB 4, EB 3, 瑞穂工事で EB 2 の防護工 (薬液注入による地盤改良) を施工する。地中拡幅工事は瑞穂工事において、同時

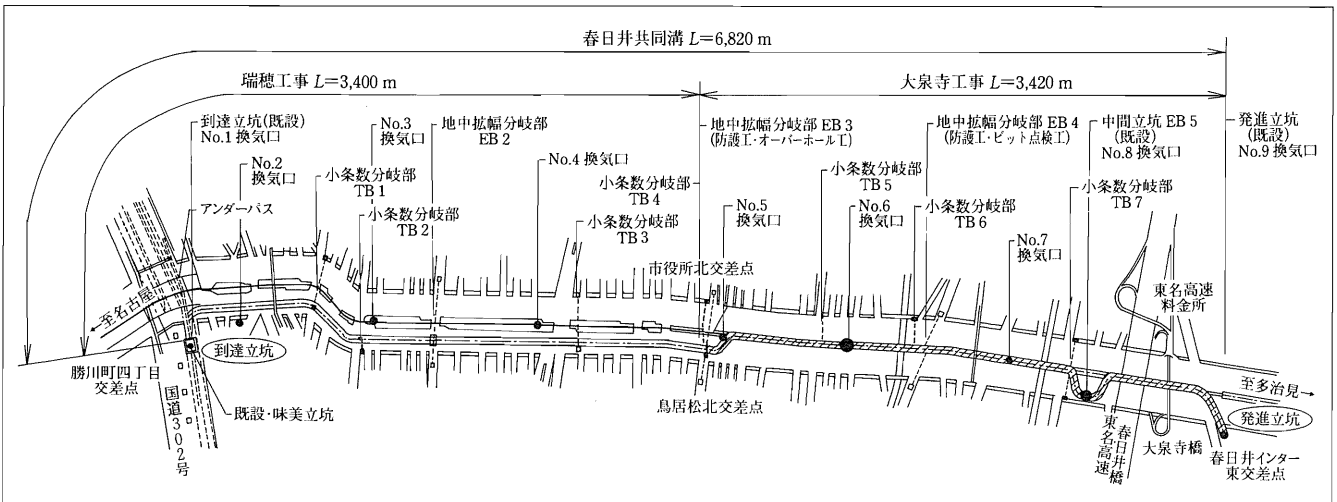


図-3 路線平面図

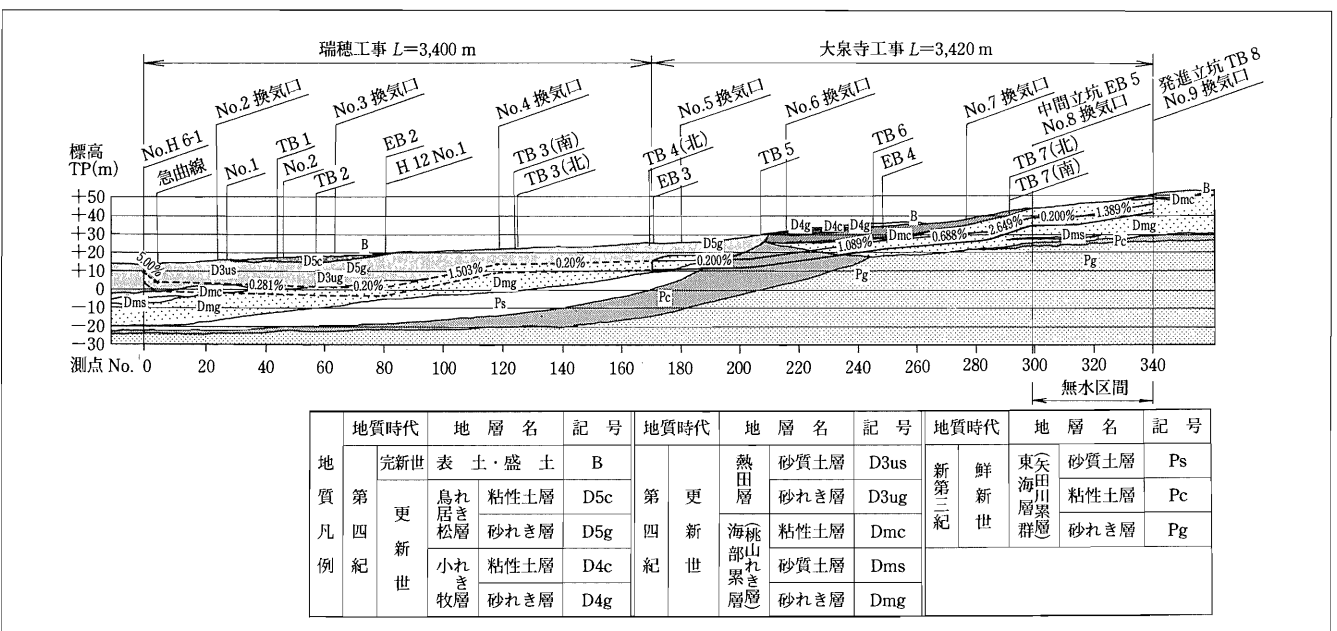


図-4 地層想定縦断面図

掘進拡幅工法により施工する予定である。

その他、換気口構築工6箇所、NTT少条数分岐構築工9箇所を計画している。

工法<sup>\*1</sup>の採用と円筒型強化シェルビットによるカッタービットの長寿命化により、セグメントに関しては幅広

### 3. 設計・施工提案型入札時 VE

#### (1) 入札時 VE 方式

入札契約方式の選定にあたっては、以下の項目を目的として「設計・施工提案型入札時 VE 方式」が導入された。

- ① 交通の確保と環境の維持
- ② 民間の技術開発が著しい分野の活用
- ③ 民間の高度技術の活用によるコスト縮減

提示された技術提案に対しては、春日井共同溝技術提案・評価委員会（委員長：今田徹東京都立大学名誉教授）が設立され、技術提案項目の選定および審査が実施された。

#### (2) VE 技術提案

表-1 に標準案に対する技術提案項目とコスト縮減効果、図-5 に技術提案概要を示す。

シールド機に関しては地盤改良不要なりレービット

表-1 VE 技術提案項目とコスト縮減効果

技術提案項目	標準案	VE 提案	コスト縮減効果 (億円)		
シールド	カッタービット	シェルビット	円筒型強化シェルビット	▲0.8	
	ビット交換方式	非機械式ビット交換	リレービット工法		地盤改良不要
セグメント	セグメントタイプ	ほぞ付きセグメント	クイックブロック (QB) セグメント ウェッジブロック (WB) セグメント	▲2.4	
	セグメント幅	1,200 mm	QB: 1,300 mm WB: 1,000 mm		リング数減
	セグメント分割方法	6分割	5分割		継手材・シール材減
	防水工	複合型シール材	形状変更提案		
地中拡幅分岐	断面形状	馬蹄形	同心円形断面	▲1.0	
	施工法	NATM 工法	同時掘進拡幅工法		工期短縮
	地盤改良工法	薬液注入	注入範囲・工法変更提案		改良範囲減
搬送設備	坑内搬送設備	バッテリーロコ	自動搬送バッテリーロコ	安全性向上	▲0.2
その他			セグメント自動組立て	安全性向上	▲0.7
			換気口：鋼製ケーシング工法	地盤改良不要	
			発進・到達防護工：クロスジェット工法		
計				▲5.1	

#### VE 技術提案概要

当工事で、コスト縮減と品質ならびに安全性向上を図るため、新技術新工法(リレービット工法、クイックブロックセグメント、坑内自動搬送システム、世界最小径でのセグメント自動組立等)を採用して施工しています。

##### 「シールド」：カッタービット・ビット交換方式

- ①円筒型強化シェルビット(先行改良シェルビット)の採用  
あらゆる方向からの玉石の衝撃に耐える強化型シェルビット。
- ②機械式ビット交換方式(リレービット工法)の採用  
「いつでも、どこでも、何回でも」補助工法なしで機内側から安全にビット交換できるシステム。

##### 「地中拡幅分岐部」：断面形状工法・地盤改良工法

- ①同時掘進拡幅工法の採用  
シールド断面拡幅をシールド掘進と同時に(同心円形断面)、「省力化低コスト施工」と「坑内環境改善」を実現。同時復工により、地盤に与える影響も軽減。
- ②二重管ダブルバッカー工法+二重管ストレーナー工法の採用  
目的に応じた地盤改良を行い、改良範囲の縮小によりコスト縮減。

##### 「ライニングシステム」：セグメントタイプ・分割方法

- ①クイックブロック(QB)セグメントの採用【直線部】  
「ピン+突合せ継手」の二次復工省時に迫った経済性の高いセグメント。  
・内面平滑(ボルトボックス内充填不要)であり、耐久性が高い。  
・自動組立に適しており、高品質施工を実現。
- ②ウェッジブロック(WB)セグメントの採用【曲線部】  
「ピン+コッター継手」の二次復工省時に迫った経済性の高いセグメント。  
・内面平滑(ボルトボックス内充填不要)であり、耐久性が高い。  
・自動組立に適しており、高品質施工を実現。
- ③拡張型セグメント(L=1,300mm)の採用  
直線部セグメント(QB)に採用し、作業効率の向上・防水箇所減によるコスト縮減を実現。
- ④5等分割セグメントの採用  
⑤等分割により製作コスト縮減。

##### 「その他」：発進到達防護工

- 発進立坑・中間立坑でのクロスジェット工法の採用  
・道路占用期間の短縮。  
・高強度地盤改良による掘り開き時の地山安定性向上。

##### 「その他」：換気口シャフト部仮設工

- 鋼製ケーシング(ケコム)工法の採用  
・道路占用期間の短縮、掘削のための防護工不要。  
・掘削前より「安全確保」「省力化」。

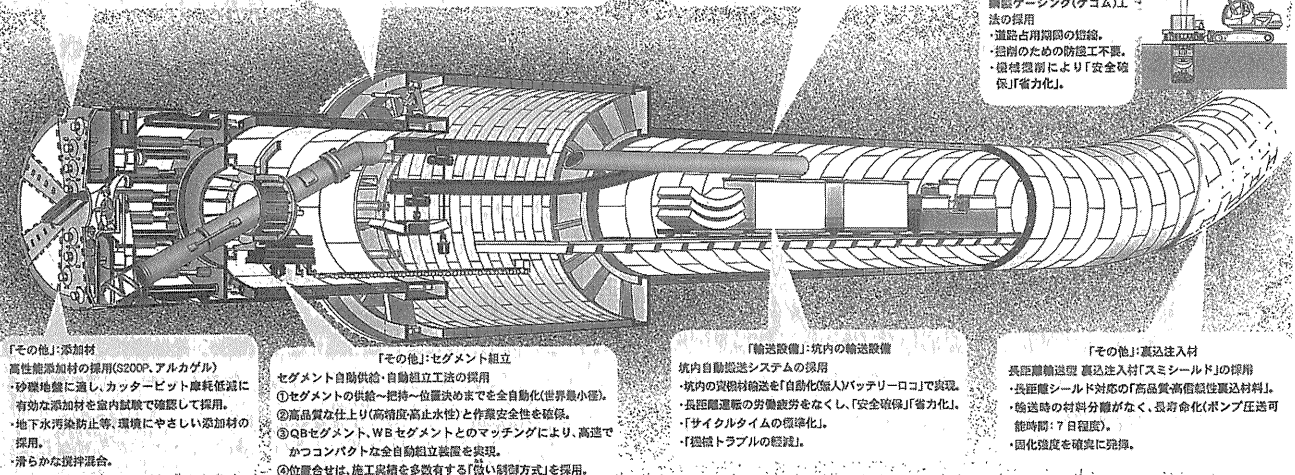


図-5 VE 技術提案全体概要図

\*1 カッターフェイス前面を地盤改良することなく、カッタスポーク内から「いつでも、どこでも、何回でも」安全にビット交換を行うビット交換方法

セグメントの採用と分割数の減少により、また、地中拡幅工法の提案、自動搬送バッテリーロコの提案等、新しい技術導入を図りつつもコスト縮減効果を確認することができた。

### 4. 施工実績

シールド機は平成 14 年 3 月に大泉寺発進立坑を発進し、同年 9 月に約 820 m 地点の中間立坑 (EB 5) に到達、カッタフェイスの損耗状況を調査した。この約 800 m 区間をトライアル施工区間として、技術提案の検証・評価を行い、良好な結果を確認した。

シールド機は EB 5 での整備・点検後再発進し、約 2,580 m 掘進して平成 15 年 8 月末に EB 3 オーバホール部 (約 3,400 m 地点：地中拡幅のための地盤改良範囲内) に到達した。EB 3 では、カッタビットの交換を含むシールド機のオーバホールを実施し、ビット・カッタフェイスの損耗状況を調査してビットの摩耗低減効果を確認するとともに長距離シールド機の耐久性を確認した。

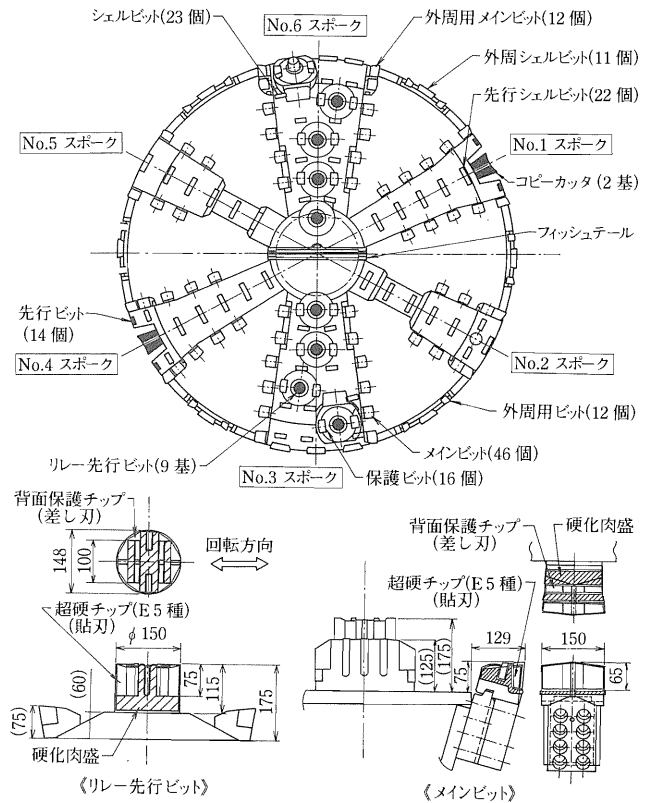


図-6 ビット配置、ビット形状

#### (1) ビット摩耗調査

本工事はリレービット工法を採用し、800~1,000 m 毎にリレー先行ビットを交換することにより、玉石混じり砂礫地盤の長距離掘進におけるカッタビットの耐久性向上を図った。ここでは、EB 5, EB 3 におけるビット摩耗調査結果を紹介する。

##### (a) EB 5 における調査結果

カッタフェイスのビット配置、ビット形状を図-6、EB 5 へのシールド到達状況をグラビアに、ビット摩耗調査結果を表-2 に示す。EB 5 での摩耗量 (摩耗係数) は当初想定値の 30~60% で、ビットの耐久性に関して良好な結果が得られた。



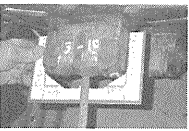


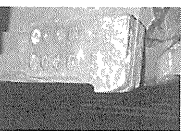
#### (b) EB 3 における調査結果

代表的なビットの摩耗係数は、EB 5 調査結果と同様に当初設定の 30~60% で、リレー先行ビットを適宜交換することにより、メインビット、先行シェルビット、シェルビット等の摩耗低減効果が確認された。

### 5. 今後の対応

3,420 m の掘進を完了し (写真-1)、本シールド機が、最大礫径 300 mm の玉石を含む砂礫地盤の長距

表-2 BE 5 ビット摩耗調査結果

掘進実績	掘進距離：820.3 m 土質：玉石混り砂礫 最外周ビット摺動距離：654 km カッタヘッドトルク：<装備>2,668 kN, <実績>800~2,000 kN・m；総推力：<装備>23,544 kN, <実績>5,000~16,000 kN					
評価部位	リレー先行ビット	先行シェルビット	シェルビット	外周シェルビット	メインビット	外周メインビット
状況	 ・チップ摩耗 1~18 mm ・先端肉盛摩耗 ・側面肉盛一部摩耗 ・チップ欠け 6箇所	 ・チップ摩耗 5~12 mm ・先端肉盛摩耗 ・チップ欠けなし	 ・チップ摩耗 0.5~9 mm ・先端肉盛摩耗 ・チップ欠けなし	 ・チップ摩耗 14~27 mm ・先端肉盛摩耗 ・チップ欠け 6箇所 ・外周側摩耗大	 ・チップ摩耗 0.5~2 mm ・肉盛摩耗軽微 ・チップ欠け 1箇所	 ・チップ摩耗 2~5 mm ・肉盛摩耗軽微 ・チップ欠けなし ・外周側摩耗大
摩耗係数 (当初予測)	80.0×10 <sup>-3</sup>	34.7×10 <sup>-3</sup>	34.7×10 <sup>-3</sup>	34.7×10 <sup>-3</sup>	8.6×10 <sup>-3</sup>	8.6×10 <sup>-3</sup>
摩耗係数 (実績)	22.8×10 <sup>-3</sup> (当初予測の 29.0%)	9.2×10 <sup>-3</sup> (当初予測の 26.5%)	14.0×10 <sup>-3</sup> (当初予測の 40.3%)	34.4×10 <sup>-3</sup> (当初予測と同等)	5.0×10 <sup>-3</sup> (当初予測の 58.0%)	3.8×10 <sup>-3</sup> (当初予測の 44.0%)

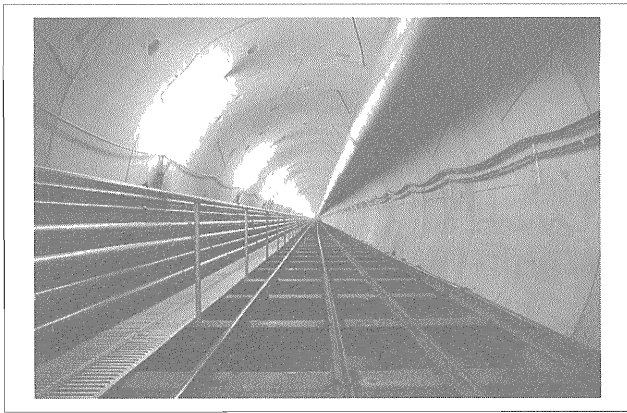


写真-1 坑内直線部

離掘進に対する耐久性を有することを確認した。

今後も掘進距離 800 m～1,000 m を目安に、リレー先行ビットの摩耗状況を確認・交換することにより、残り 3,400 m の掘進に対応可能と判断することとした。

また、QB セグメント（技術提案）によるシールドトンネルの仕上がりも良好で、コスト縮減効果も含めて、設計・施工提案型入札時 VE 方式の妥当性を評価

することができた。

## 6. おわりに

今回、玉石混じり砂礫地盤における長距離シールド工事の技術提案概要と施工実績を紹介した。

今後、瑞穂工事（2 工区）において更に掘進距離が伸びると、シールド機および後方設備の耐久性、人・物資の運搬ロス、作業環境などこれまで経験したことのない課題に直面することが予想される。これらに対して、大泉寺工事で蓄積したノウハウを駆使して、鋭意施工を進めていく方針である。

JCMA

### 【筆者紹介】

加納 行雄（かのう ゆきお）  
国土交通省  
中部地方整備局  
名古屋国道事務所  
環境整備課  
課長



高橋 誠（たかはし まこと）  
国土交通省  
中部地方整備局  
名古屋国道事務所  
建設監督官



## 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