

## ■JCMA 第54回海外建設機械化視察団報告(第2回)

### 国際建設機械・建設資材製造機械・建設用車輛専門見本市

— bauma 2004・BAUMA MINING —

(承・6月号(第1回))

#### (3) ちょっと気になる展示

今回の Bauma 2004 で、非常に興味深い機械が幾つかあったので、ここで何点か紹介する。

##### (a) Menzi Muck 社 (スイス)

走行装置に大きな特徴があり、車輪をアームに装備、アームをジャッキで作動させることにより、山間部、林間部など、地形を選ばずに作業することができる。また、前輪アームの先端には、クローが装備されており、アウトリガーの役目も担っている。

先端アタッチメントも充実しており、写真-32のバケットタイプのほか、チェーンカッタ、伐採機などが装備でき、幅広い作業に対応できる。



写真-32 特殊ショベル

##### (b) JCB 社 (イギリス) Skid steer loaders

この形式の機械は各社開発しているが、この JCB 社のマシンはワンハンドアームで、ショベルを作動させている。以前に、ツーハンドアームのマシンで操縦者が降りようとしたところアームとマシンに挟まれる事故が頻発したため、このマシンを開発したと思われる。なお、他のメーカーの同系統のマシンは、ツーハンドアームで、乗込み口を前方にして、操縦者の安全を確保してある(写真-33)。

##### (c) Brokk 社 (スウェーデン) Brokk 90

超小型の自走ミニブレーカである。運転席は無く、リモートコントロールで操作する。幾つかのサイズがあり、用途、場所に合わせて機種を選べる。建物内でブレーカ作業を行

ないたいときなどに使用され、走行用クローラで移動でき、階段も上れる。アウトリガーは展開式で、機体のスペースを取らない仕様となっている(写真-34)。



写真-33 Skid steer loader



写真-34 自走式ミニブレーカ (Brokk 90)

## (d) インターロッキング施工機械

写真—35は、一度に1m<sup>2</sup>分のインターロッキングを取込み、敷詰めていく機械の実演風景である。日本では1枚1枚手作業で並べていく光景を見慣れているので、素早く効率的な作業は大変興味深かった。



写真—35 インターロッキング設置機械

## (e) Bomag

この機種は前輪、後輪ともピボットステアリング（車輪中心に旋回ベアリングがある）になっており、前後輪とも操行できる装置である（写真—36）。



写真—36 ピボットステアリング式振動ローラ

## (f) ショベルカー

車両系建設機械においても日本国内であまり見られないような奇抜な物が出展されており、さすがに世界は広いと実感させられた。中でも特に興味を引いたものは、足の部分或いはアウトリガの足の先に不整地用の駆動輪がついているショベルカーである（写真—37）。

実際、日本の建設現場で使えるかどうかは疑問であるが

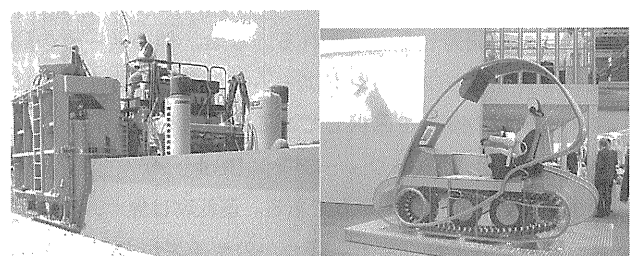


写真—37 ショベルカー

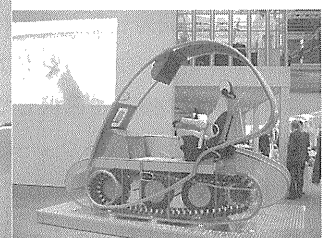
その外観からして機動性の高さは想像できる。特に山間部など斜面のきついで効果が発揮できると思われる。日本のメーカーにとっても技術的には何という事もないような機能なのだろうが、それを製品化するようなベンチャー企業が世界には多く存在するようである。もっと日本のメーカーからも斬新なアイデアの商品が出てくることを期待したい。

## (g) その他の機械等

- 高速道路の壁用スライドフォームコンクリート打機 (Gomaco)
- Volvo社, Rexroth Bosch Group等の未来型建設機械 (A 4/317)
- アジテータポンプ車, 前向き・横向きに攪拌部が付いているアジテータ車
- 逆さまの同じ機械をバケット部で支えて安定している小型ホイールローダ
- 1台で数種のサイズの碎石が製造可能なモバイル型クラッシャー
- 工用エレベータ, カウンターウエイトがコンクリート製のT字型クレーン
- 型枠, 橋梁型枠, 足場等々を展示するために建設された仮設資機材展示館 (写真—38~写真—45)



写真—38 スリップフォーム



写真—39 未来型機械

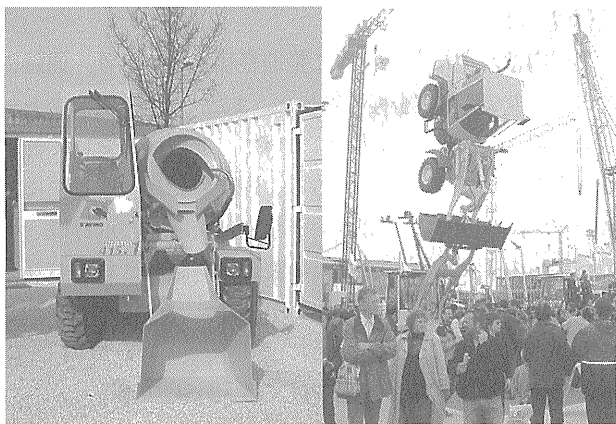


写真-40 アジテータ

写真-41 安定ショベル



写真-42 クレーンと重し

写真-43 アウトリガ

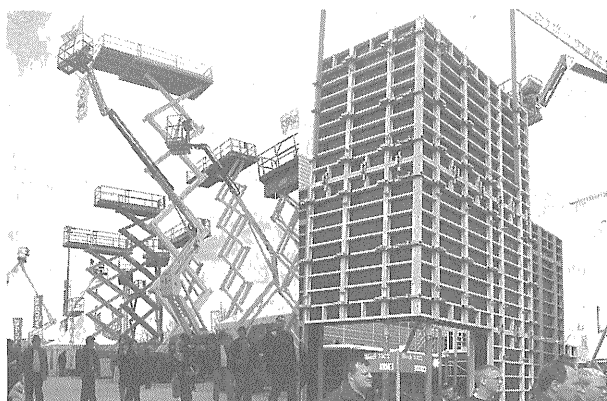


写真-44 高所作業車

写真-45 型枠の建物

#### 4. 現場視察概要

##### (1) リープヘル工場視察

###### (a) 工場概要

リープヘルグループは世界中の80社以上からなり、従業員21,000人以上、売上げ高41億ユーロ(約5,300億円)を誇るドイツ最大手の機械メーカーである。

訪問先は、その中の1社であるオーストリアのドイツ、スイス国境近くにあるLiebherr-Werk Nenzing GmbHの工場で、ミュンヘンからは西方向に延びる96号でメミンゲルへ行き、更にA41号でボーデン湖のすぐ東側に位置するPfander Tunnel(運転手によると以前大事故があり、その後、断面上半部を避難路に改築したそうである)、アンベルグトンネルを経て約2時間で到着した。なお、帰

りはA12号を走り、延長14kmに及ぶアールベルグ・トンネル(Arlberg Tunnel)を抜け、ガルミッシュを経て95号でミュンヘンに戻った。

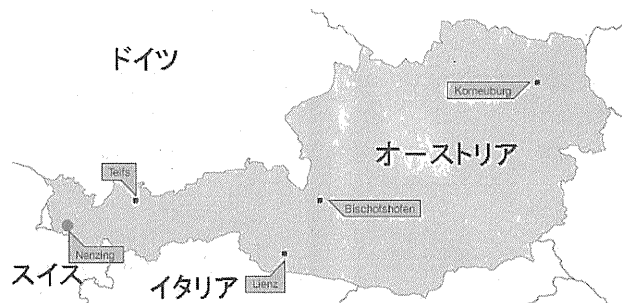


図-3 Liebherr所在地

同社の住所は、Tachalenga 3, 6710, Nenzing, Austriaにあり、高速道に近接しており、交通の便が良く立地に優れている。1976年の創業で社員数は約1,000名、敷地面積は187千㎡、建屋62千㎡、製造製品は、船クレーン、沖クレーン、港湾クレーン、リフトクレーン等である。年間の売上げ高は、約3,300万ユーロとのことである(写真-46, 写真-47)。

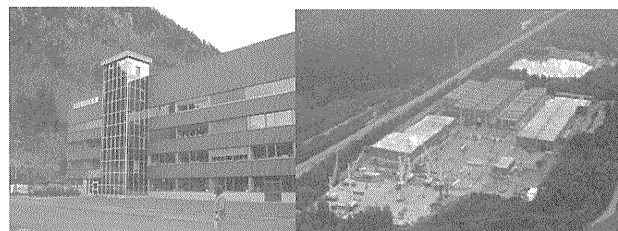


写真-46 社屋正面入口

写真-47 全景

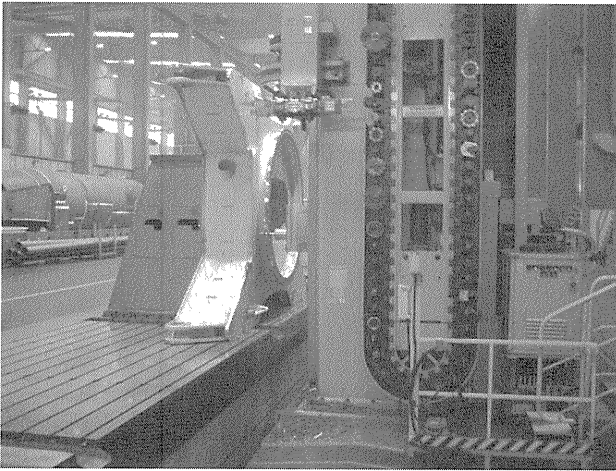
##### (b) 聴取・視察結果

工場で使用する部品等については、その多くはグループ内の調達で、エンジンはスイスの工場で設計・製造されたもの、油圧ホース等は自社製のものとなっている。ただし、大型出力のエンジンは、ベンツ社より購入し、キャブやタイヤも他社から購入している。

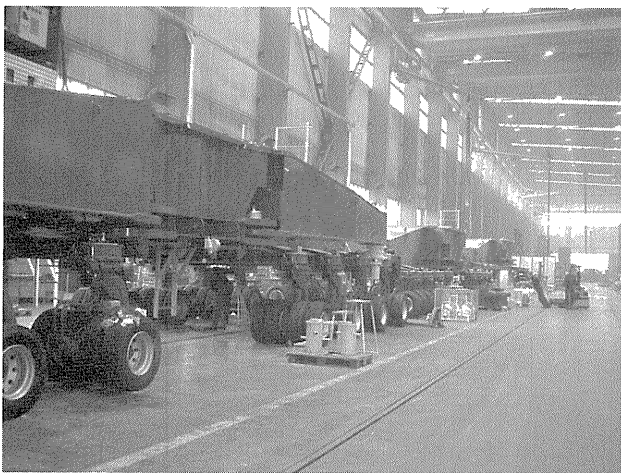
なお、旋回輪は、総面積を考慮してか縦に置いて加工されていた(写真-48)。

クローラクレーンは2ラインで製造していて、生産台数は1ライン当たり200日/年稼働で60~70台である。価格は280tクラスで1台110万ユーロ程度ということであった。

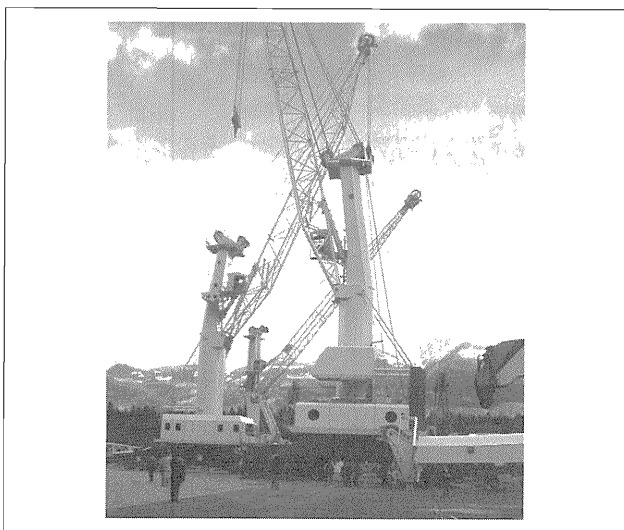
港湾用のモバイルクレーンは4~5台が最終組立て状態にあり(写真-49)、1台300万ユーロ程度だそうである。このクレーンは、分割しパトロールカーに先導された15台の大型運搬車で、大半が約1,000km離れたハンブルク等の北ドイツに時速40km程度で輸送される(写真-50)。



写真—48 旋回輪の加工



写真—49 モバイルクレーン組立て状況



写真—50 モバイルクレーン

このほかクレーンを使うサイトでは杭打ち作業も多いそうで、年間30~40台の杭打ち機を製造し、販売しているそうである。従業員は技術研修センターにて技術習得後、工場の各部所で作業を行う。

### (c) 感想

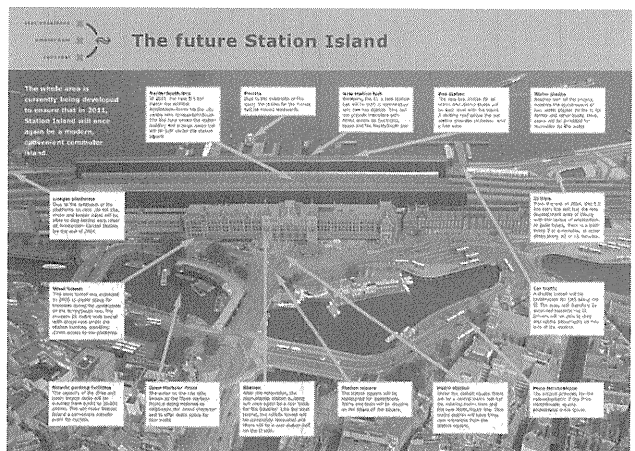
工場内は、棚などが十分に整理整頓されており、通路にはごみも少なく、安全性を感じた。また、クレーンはトレーニング用クレーンが準備されており、そのマシンにて練習を行うことができるようである。同社の総合カタログにはクレーン、ショベル、ブルドーザのほか鉄道、飛行機（エアバス）のエンジン、冷蔵庫の製造等が記載されており、幅広い事業をしていることがわかった。

## (2) アムステルダム地下鉄工事・HSL 工事

### (A) アムステルダム中央駅駅島の総合再開発

時間の関係で現場を見ることはできなかったが、広報の担当者からビデオを及びプレゼンテーションによる説明を受けた。その概要は以下の通りである。

#### (a) 総合開発計画 (図—4)



図—4 アムステルダム駅総合開発

本計画は10年後には25万から30万人に増大すると予想される旅行者、7.4万人の通勤者等に対応するため、中央駅のある人工島では2000年から2011年にかけて、地下鉄南北線中央駅地下工事、プラットフォーム拡張、迂回路・バスステーション工事、トラムの連結、駅前等の運河用の港の拡張、自転車道・駐輪場の拡張工事等の駅再開発を行う事業で、アムステルダム市、運輸・公共事業・水管理省を代表するオランダ鉄道及びProRail（鉄道建設のための公団のようなもの）の3者の共同事業である。

#### (b) アムステルダムの地下鉄南北線 (図—5)

本南北線については、東西線の計画時に住民からの激しい反対を受けた教訓をもとに、地下鉄としTBM工法で環境や現状の生活への影響を少なくするとともに、住民との対話集会、市議会での議論を繰返し行うことにより理解を得た。なお、アムステルダムでは土地は原則として市の所有なので買収費用はいらぬようである。

地下鉄南北線は、総延長9.5km、駅数8、予想利用客

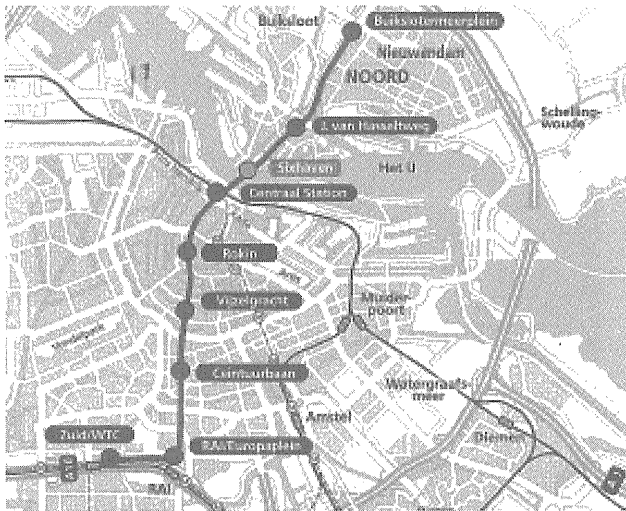


図-5 地下鉄のルート

日約 20 万人、総費用 15 億ユーロ（約 2,000 億円）（うちアムステルダム市は 3.46 億ユーロ（約 450 億円）を負担）で 2011 年完成予定である。

構造形式は、アイ湾（大堤防で北海から分離されたアイセル湖につながる駅北部の湾で IJ と言う）北部は高架，IJ 部，駅部は沈埋，駅南部は TBM によるトンネル，終点部は再び高架構造である。駅の部分は連壁の築造，掘削，躯体建設という開削工法が用いられている。

TBM は，泥水シールド（地質は砂，粘土，PEAT）型で，1 周 7 セグメント，直径 7 m，長さ 60 m，掘削速度 13 m/日で Herrenknecht AG 製と思われる。施工延長は 3.2 km である。

#### (c) 中央駅地中部の工事計画（駅南工事は実施中）

アムステルダム中央駅の基礎は軟弱で，長さ 60 m の木杭が約 1,000 本打込まれている。当該工事は駅舎を使用しながらその下に地下鉄を通す工事であり，施工方法に特徴がある。

##### (i) 施工手順（図-6）

- ① 杭打設（ $\phi=1\text{ m}$ ， $H=30\text{ m}$  と  $H=60\text{ m}$ ，支持層は地表から 3 層目の砂層）
- ② 杭間改良（注入圧 20～40 バール）
- ③ 笠コン打設
- ④ プレキャストの駅床支持板設置
- ⑤ 杭間掘削（ロータリオガ，カットなし（回転と圧力））と掘削部へのコンクリート打設，連壁形成（壁厚 2 m，壁間幅 7 m，壁間にスティルサポート設置）
- ⑥ 水位低下，連壁間のドライ掘削
- ⑦ 水位上昇と連壁間の浚渫掘削
- ⑧ トンネル躯体の基礎部の処理（DJM のような処理）
- ⑨ トンネル躯体ケーソンの駅下部への引込み，沈設  
なお，連壁は水圧に十分耐え，漏水の問題はないであろうとのことであった。



図-6 駅地下工事の施工方法予想図

##### (ii) 工事関連の計測体制

- ① 新駅舎部の変形計測と駅裏対岸シェルビルにおけるデータの集中管理
- ② 周辺の歴史的建物の計測とモニタ

がある。なお，駅舎のこれまで 140 年間の平均沈下量は 1 cm である。

日本における既存建物下での工事例からにて施工に問題はないと思われるが，残念ながら工事はまだ始まっておらず，今後の工事の状況や実測データが待ち遠しく感じられた。

#### (B) 高速鉄道（HSL）現場

高速鉄道（HSL）は，アムステルダムとベルギーを結び，ヨーロッパ高速鉄道ネットワーク（TEN）の一部としての位置づけとなる全長 100 km の鉄道である。時速 300 km（国内 220 km）走行を目指しており，完成時にはパリまでの所用時間は 1 時間 25 分短縮され，3 時間となる。事業者はオランダ運輸省で，総工費 60 億ユーロ（7,800 億円/100 km），予定工期は 2004 年 4 月～2007 年 4 月（土木工事，軌道工事，電気工事，安全設備工事等）である。

ルートはアムステルダム，スキポール空港，レイデンの東側，ロッテルダム，ブレダの西側を通りベルギーに至る予定である。このうち，レイデン東側からロッテルダムに至る間のレイデンよりの区間はいわゆる「グリーンハート」と呼ばれる都市間に残された貴重な自然の豊かな地域とされている。今回視察したのはこの地帯に建設中のトンネルの工事現場である。

##### (a) 事業の特徴・工事概要

見学者用に設けられたインフォメーションセンター（写真-51）の会議室で事業の特徴や工事概要について広報官のフレッドさんより説明を受けた。

本事業の大きな特徴は PPP の導入で，その概要は次の

通りである（但し、説明を聞いただけであり誤りがあるかもしれないのでお含みおき頂きたい）。



写真—51 HSL インフォメーションセンター前記念写真

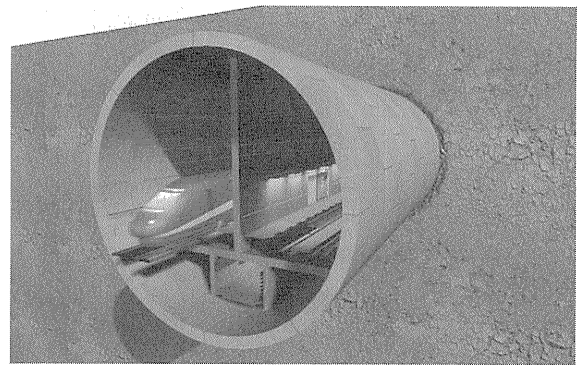
- 下部構造（Substructure: 線路の基盤の土木工事）は国がファイナンスし、性能規定で発注し建設する（4億ユーロ）。
- 上部構造（Superstructure: 線路、給電施設等）については、政府が共同組合と設計、施工及び25年間の維持管理を契約し、運行とそれまでに關するリスクは組合が負う。運行後政府は毎年12億ユーロをフィーとして支払う。
- 政府は、HSA（Height Speed Alliance; KLM Royal Dutch Shell, NS Reizigers）と15年の運行契約を行い、ライセンス料を受取る一方で、運行費用を支払う。

#### (b) 工事概要

オランダ部では、地上、高架橋、シールドトンネル（7 km）、その他（開削オープン含む）トンネル、堀、橋梁からなる。100 km 中、35 km は鉄筋コンクリート板を支持基礎とする地上部、その他トンネルは4（シールドの他、川の下2、開削オープン1、他に既設有り）、高速道や水路との立体交差等がある。

#### (i) シールドトンネル部（図—7、写真—52）

シールドマシンはフランス製 TBM「オーロラ」（世界最大、 $\phi 14.87$  m、長さ 120 m、300 t、円形、日進 13 m）を使用。円形断面のうち上半は中央に空圧対応壁（ $t = 45$  cm）を設け2分割、下半は中央にベルギー製のプレキャストセグメントで通路を設け左右にはウエイトとして砂を充填する。ライナセグメントは TBM 内で吸引型で運



図—7 トンネル部完成予想図



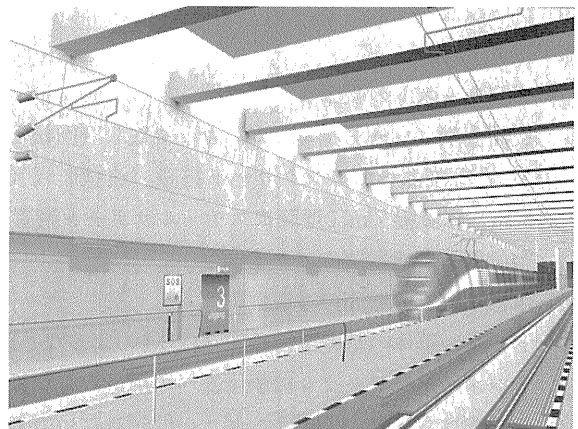
写真—52 トンネル部入口工事状況

搬、設置し鉄棒で連結する。

出入口部には列車のすれ違いにより生ずる空圧を逃す穴を設けている。

安全対策として、144 m おきに左右を連絡する通路を、1,800 m おきに地上部への連絡避難路を設置し、走行中の列車のスピードが落ちると異常事態と判断し、前後の列車にその情報を伝達し、スピードのダウン等を指示する。最急勾配は 2.2% とする。

#### (ii) 開削オープントンネル部（図—8、写真—53）



図—8 掘込み部の完成予想図



写真—53 掘込み部の工事状況

長さ 7.5 m, 線路方向間隔 4~5 m に支柱を設置, 地下 30 m, 延長 6 km

(iii) 住宅部

掘込み形式とし, 断面は副断面形で深さ 5.5 m, 最終的には高さ 6 m の遮音壁を付ける。

(iv) 右側走行のオランダと左側走行のベルギー, フランスとを調整するため, 路線の左右の方向の入替え用の立体交差を設ける。

(v) 河川横断部

沈埋トンネル部は 2 箇所, 沈埋用ケーソンの大きさは  $H$  10 m,  $B$  20 m,  $L$  150 m で, 満水に 3 週間かかる大ドックで建造される。

橋梁は 1 箇所。川幅は 1,200 m で, 橋脚の杭基礎は  $L=33$  m,  $\phi=3$  m,  $t=4$  cm の円形に設置された杭間にケーソンを挿入する工法。クリアランスは 24 m。

(<http://www.hslzuid.com/>)

(c) 事業計画の創意工夫

日本の新幹線の工事等と比較して, 次のような点が工夫されているように思われる。

- ・環境対策, 景観対策としてトンネル区間の導入
- ・大口径の 1 本のトンネル内に 2 路線を配置する計画
- ・オランダでは河川が多いため, その流れを止めずに切回す施工計画, また運河の下にトンネルを計画するなどの工夫
- ・高速道路を使用しながらの工事計画, 設計
- ・トンネル区間では 144 mm ごとに避難経路を計画
- ・基準高を, 明かり区間は 3~6 m, 地下部では 6~30 m の高低差を最大 2.2% 勾配で計画

(d) 感想

高速鉄道 HLS 事業計画を視察し, 100 km 当たり 60 億ユーロの事業計画, 環境対策, 自然保護, 景観保護等参考になったと共に, 進んだ日本の建設技術を再認識した視察

でもあった。

## 5. まとめ

今回の視察で得た様々な情報を簡単にとりまとめると次の通りである。

(1) bauma について

① 機械やプラントも含め実物が展示され, 様々な実演が行われている。

大手の屋外展示の大半で実演が行われていた。例えば B6 棟近くの Neuson 建設機械では窪地のあるスペースで小型のホイールローダが上り下りも含めて動き回り作業性能をアピールしていた。超大型機械も作動観客の直ぐ目の前で素早い動きを見せていたし(写真—54), 振動コンパクタや小型パッドフット振動ローラ等のリモコンで操縦実演, 小型振動締固め機の子どものよる体験運転, 関係者限定であるが高所作業車の試乗等々ある。又, リサイクルプラントやバッチャプラントの実物の展示, 骨材製造プラントの動く模型等, まさに何でもあるという展示会である。目で見, タイヤを蹴って, 運転席に座って, 機械によっては運転してと言うやりかたで, 専門家や一般来場者の関心を引いていた。



写真—54 デモ中の大型ショベル

② ちょっとした作業を機械化するための小型機械の展示が色々で見られた。

フィンランドのメーカ Avant は最小のもので全幅 790 mm, 本体全長 1,680 mm で, バケット, バックホー, トレンチャ, オーガ, 油圧ブレーカ等のアタッチメントとしてが装備できる skid steer, Toro 社はインターロッキング敷設用機械を展示・実演, 又, 会社名は分からないがコンクリート二次製品の簡易吊上げ道具の展示等である。

③ 超大型機械の実機が展示されている。

リープヘルのダンプトラック、ローディングショベル Litronic R 994 B, TEREX の油圧ショベル Lighton (バケット容量 34 m<sup>3</sup>), 各種クレーン等。

④ 操作性, 快適性, メンテナンス性に加えデザインの優れた機械が展示されていた。

日本では見た目の良さについては建設機械を設計するうえでは二次的な要素になりがちだが, 外観上も優れた機械が多く, 日本が見習うべき点である。

⑤ アタッチメント製品が大変充実し, 機構的にも大変工夫されている機械が多い。

アタッチメントを取付ける母機自体が, 様々な用途に対応できるよう工夫され, 非常に汎用性の高い機体となっているものが多く, アタッチメントの取付け, 交換方法についても工夫が施され, オペレータにとっての負担が少なく, 交換しやすいように考慮され, 設計されていた。

⑥ 新機種・新技術

日本には既にある機械, シリーズの中の空きクラスの追加など革新的等々と言う各社のキャッチコピーほどではないにせよ, 各社とも, 自社の技術の高さ, 展示品に占める新製品の多様さを一生懸命アピールする, 或いはしなければいけない展示会と言う感じがした。

⑦ 機械の販売

bauma 2004 は見本市であり, 各社とも販売台数に力を入れ, 競っている。全くの飛入りの新規販売であるかどうかは必ずしも分からないが, 中近東などからの来場者が, 現金でまとめ買いすることもあるようである。

(2) その他

視察場所にもよるが, 建設機械展, リープヘルの大型機械, 地下鉄工事・鉄道ネットワーク等々, 表面上少なくとも欧州には日本にない活気が感じられた。

アムステルダム市は市内の自動車交通量を減らすため自転車の利用拡大を進めている。その一つが写真—55 に示す車道を狭めて造られた自転車専用のレーンである。HSL のグリーンハート部のトンネル化と相通ずるものがあるように思える。

アムステルダムはアムステル川の河口に発達した街で地盤が悪く, 有名な運河沿いの建物は木杭基礎の上に建てられている。何らかの原因で地下水水位が下がると水面上に出てしまった木杭の部分が腐り, 支持力が小さくなって写真—56 のように家が傾いてしまうようで, 地下水の上昇で強大な浮力を受けている東京駅と同じように地下水位の



写真—55 自転車用の右左折レーン



写真—56 傾いてもたれ合う家並み

変動は沖積層地域共通の悩みのようなものである。

日本経済はようやく明るさが見え始めているが, 今後の建設投資額の推移, 少子化・高齢化等の状況を考えると, 社会基盤の整備のためには建設産業においては, 今後一層の効率化が必要である。そのため, 施工方法の効率化とそれを支える建設機械の開発・改良が一層重要となっている。このような意味から世界の建設機械の状況を把握し, 学ぶべきものは学び, 攻めるべきは攻めていくことが重要と考える。本視察記が建設産業関係の読者に少しでもお役にたてば幸いである。

本報告は, 江口 (江口組), 山下 (中越工業), 村田 (日本コンクリートカッティング工業大阪), 米倉 (西鉄イー・シー・コンサルタント), 新垣, 土井 (朝日機材), 高野 (三井三池製作所), 及川 (NIPPO コーポレーション), 大村, 甲山, 池垣 (極東開発工業), 水谷, 舘 (水谷建設), 川井, 火箱 (日本鋳機), 石掛, 山本 (日立建機), 神谷 (朝日ビルド) の各氏より頂いた報告を近藤 (JCMA) がとりまとめたものです。各氏のご協力に改めて感謝申し上げます。また視察等についてお骨折りいただいた星川氏に合せてお礼申し上げます。

(文責・近藤 悟)