

# 北欧の建設事情調査報告

**期 間**：2024年9月9日～11日

**訪問地**：スウェーデン・ストックホルム市

- ・チルトローテータメーカー（Steel Wrist 社）
- ・スウェーデン運輸局
- ・ストックホルム市の Fossil-Free Project
- ・建機オペレータ教育スクール
- ・VOLVO社の電動建機・自律建機

**調査団メンバー**：

立命館大学 建山 和由 善本 哲夫

国土交通省 森下 博之，中根 亨，杉谷 康弘

施工技術総合研究所 藤島 崇，田中 一博

オートデスク（株）福地 良彦（現地コーディネータ）

# スウェーデンの特徴 1 国土と人口

国土の面積：日本とほぼ同じ。

人 口：日本の約1/10。

国 名	国土面積 (万Km <sup>2</sup> )	人 口 (万人)	人口密度 (人/Km <sup>2</sup> )
日 本	37.8	12,550	332.0
スウェーデン	45.0	1,045	23.2

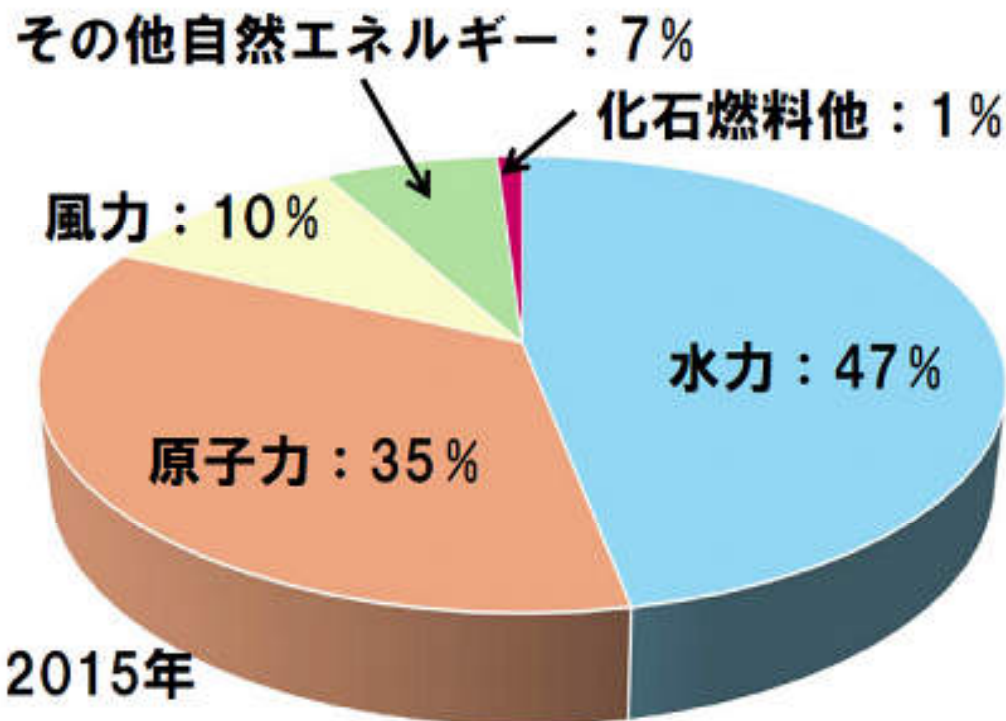


- 日本とほぼ同じ面積の国土をカバーするインフラ整備を1/10以下の人口で担っている。
- 日本は近年、急激な人手の減少への対応を迫られているが、スウェーデンでは、最初から人が少ないことを前提として産業構造が構築されてきた。

## スウェーデンの特徴2 エネルギー事情

電力の97%以上が化石燃料以外の発電方式でまか  
なっている。2045年までにカーボンニュートラル  
の実現を目指す方針。

エネルギー源として電力の積極的活用を進めてる。



発電に化石燃料がほと  
んど使われていないた  
め、電力を使うことで  
CO<sub>2</sub>削減が進展する  
というスタンス。

電気事業連合会 HPより

# スウェーデンの特徴 3 SDG's が国の大方針に



2015年の9月、国連において「我々の世界を変革する持続可能な開発のための2030アジェンダ」が採択された。

1. 貧困をなくそう
2. 飢餓をゼロに
3. すべての人に健康と福祉を
4. 質の高い教育をみんなに
5. ジェンダー平等を実現しよう
6. 安全な水とトイレを世界中に
7. エネルギーをみんなに そしてクリーンに
8. 働きがいも経済成長も
9. 産業と技術革新の基礎を作ろう
10. 人や国の不平等をなくそう
11. 住み続けられるまちづくりを
12. つくる責任 つかう責任
13. 気候変動に具体的な対策を
14. 海の豊かさを守ろう
15. 陸の豊かさも守ろう
16. 平和と公平をすべての人に
17. パートナリシップで目標を達成しよう

- 人が少ない ⇒ 人を大事にする
- ジェンダー平等 ⇒ 仕事で男女の区別をしない


## 人力重作業の削減



20kg以上の物を持つ  
ことを法律で禁止



## スウェーデンにおける建設改革のポイント

- 人が少ない ⇒ 
  - 徹底した省人化の推進
  - 人を大事にする
- ジェンダー平等 ⇒ 仕事で男女の区別をしない
- 気候変動への対策 ⇒ Fossil Free の推進（CO<sub>2</sub>削減）
- 技術革新の推進 ⇒ イノベーションの重視
- パートナーシップ ⇒ ダイアログ（対話）の重視

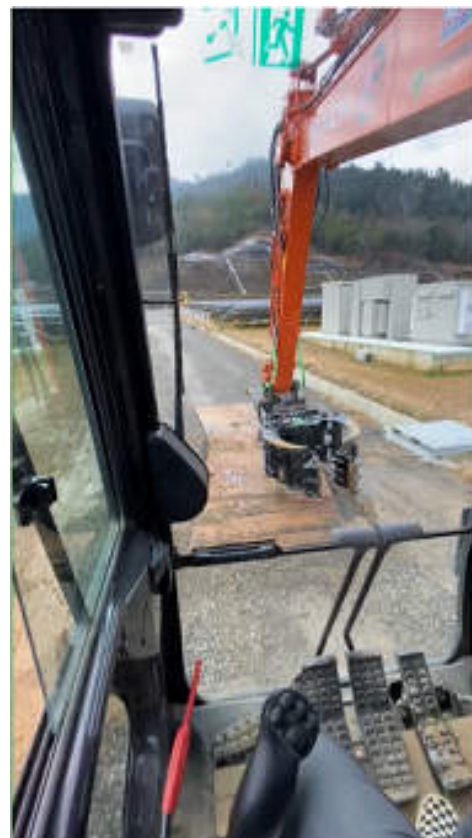
# チルトローテータと多様なアタッチメントの活用



構造物際の施工



小基礎の引き抜き



鉄板の設置・回収



整地

通常、人手で行う作業も1台の機械でこなすことができる。

人力重作業と作業時間の削減。

# 徹底した省人化の推進



15トンクラスのチルトローテータ付タイヤショベルにトレーラダンプを連結、荷台にアタッチメントや部材（土砂運搬も可）を載せて現場に直接乗り込む。一人のオペレーターとこの機械一式で何役もこなすことができる。



# 徹底した省人化の推進と人力重作業の削減

## チルトローテータとマルチアタッチメントの活用

バケットのチルト（傾き）機能とローテート（回転）機能で掘削の自由度が大幅向上



着脱が簡単で多種類のアタッチメント（ワークツール）を使い，多能工化が可能.



# チルトローターメーカー（Steel Wrist社）訪問

- 2005年にチルトローターメーカーとして発足（メーカーは世界で6社、ほとんどがスウェーデンの会社）。
- グループは500人、236億円の売上高。
- 本社はストックホルム市に近いRowersber.



- 1988年～政府が普及のための補助金を導入  
⇒スウェーデンでのチルトロータータの普及率は **95%** に。
- 導入効果：① 仕事が楽しくなる。 ② 作業効率が上がる。  
③ 時間の節約とコスト削減。 ④ 仕事がより安全になる 他

# 環境問題への取り組み

気候変動への対策 ⇒ Fossil Free の推進 (CO<sub>2</sub>削減)

- 国として2045年にCO<sub>2</sub>排出をゼロにすることを掲げる。  
(Net-zero 2045)
- エネルギーには、CO<sub>2</sub>発生が少ない電力の活用推進  
⇒ 電動建機等の活用推進
- 一般の工事でもCO<sub>2</sub>削減の取組みが、義務づけられている (ボーナスとペナルティー)。
- イノベーションとダイアログ (対話) により、より高いレベルでの取組みを追求している。
- 象徴的な大規模モデル工事の実施。

# スウェーデン運輸局（Trafikverket）訪問

- 道路, 鉄道, 船舶, 航空の政府組織.
- 州道路・鉄道の建設, 運営, メンテナンス, 州間交通の管理も担う.

## 工事発注におけるリクワイアメント

CO<sub>2</sub>削減に関するイノベーションを重視.

施工会社はCO<sub>2</sub>削減のための提案が求められる.  
CO<sub>2</sub>削減度合いにより, ボーナスとペナルティー  
が与えられる. <イノベーション重視>



## 気候変動計算ツール

工事で使用される材料や機材の原単位を整備.  
それに基づきCO<sub>2</sub>排出量を計算するウェブツール.  
ウェブ上で無償利用が可能.

## 工事発注で電動建機利用を義務付け

新規道路・橋梁建設プロジェクト「TSE701」では,  
市場に出ている電動の建設機械を使用する  
ことを義務付け.

# Fossil-Free Project（ストックホルム市の再開発事業）

## ミートパッキング地区再開発の概要

- 1912年から整備された人口密集地区。
- 15千人が働く新しいエリアとして再開発中。
- スtockホルム市が再開発事業として発注し、ゼネコンのスカンスカとボルボが密に連携して、Fossil-Free Project（化石燃料を使わないプロジェクト）として建設中。



イノベーションとダイアログ



## スカンスカ

- 売上げ156BnSEK（3年間の平均），従業員28,000人の世界的な巨大ゼネコン。
- 設計段階、構造物の運用まで含めて総合的にCO<sub>2</sub>削減に取り組んでいる。



## CO<sub>2</sub>削減効果

2023年12月までに1808tのCO<sub>2</sub>を削減

Fossil-Free燃料：840t 削減（47%）

電動建機導入：421t 削減（23%）

再生材料の使用：547t 削減（30%）

# 建設を担う教育 オペレータ養成学校（MEスクール）

## 14兆円のインフラ投資の担い手育成

- ・ スウェーデン政府は今後12年間で総額14兆円のインフラ投資を決定。
- ・ その膨大な投資額に対応するため、機械土工会社業界（4,200社、25,000人の雇用者）が出資して、オペレータ養成の教育機関を設立。
- ・ 質の高いオペレータの養成、学校同士の技能教育レベルの底上げを目標に。

## スクールの取組み

- ・ 2014年に高校卒業後のセカンダリースクール（専門学校）として開校。
- ・ 国内に35校の教習所を開設し、10年間で1,500～1,600名の建設オペレータを育成。

スウェーデンでも建設業は人気のある職業とはいえない。このため、

- ・ SNSや若い人のイベントに教習所も参加。
- ・ 教習では建設機械メーカーと連携して最新の建設機械を使用&作業服メーカーと連携。

⇒ 若い人の建設に対するイメージ改善



# 建設を担う教育 オペレータ養成学校（MEスクール）

## 教育の特徴

- 高校卒業後の学生と社会人が学ぶ。
- 3年間の基本コースと30週（約7ヶ月）のインセンティブコースがある。
- 就職して24週後にプロフェッショナルサーティフィケートを得られる。  
（スウェーデン国立教育庁が指定した教育機関が発行したサーティフィケートを持っていないと現場では働けない。）
- 年々、卒業生（学生・社会人）が増え、これまでの10年間に1,500～1,600名のオペレータを輩出（現在は15%～20%が女子生徒）。
- 「雇用される人に」、「基礎を学ぶ」「自分で考えて行動する」「社会性とチームでの仕事力」をゴールに教育。

## 最新の建設技術を含む教育内容

安全衛生以外に、施工管理、レーザー計測、GPSによるマシンコントロール、チルトローテータ施工など施工管理技士並みの知識を学ぶ。

➡ 先端的建設技術に関する実践力を身につけた人材を社会に輩出



# 建機メーカー VOLVO CE (Volvo Construction Equipment)

スウェーデン南部の Eskilstuna市  
工業都市から環境都市へと変貌した都市

- 2030年までに35%の建機を電動化。
- 2040年までに完全カーボンニュートラル。
- 主にバッテリーと水素燃料電池による電気推進への移行を行い、 combustionエンジンはバイオ燃料での稼働を目指す。
- 個々の機械の電動化だけでなく、現場全体のカーボンニュートラルの推進を目指す。  
(ミートパッキングのFossil-Free Projectは一例)



## 自動化ダンプのデモ

Taraと呼ばれる自律型電動ダンプカー。採石場や鉱山など限られたエリアでの使用向けに設計

