



Ovako's Fossil-Free Hydrogen Initiative

Göran Nyström*1 and Anders Lugnet*2

Background

While the steel industry's transition to full decarbonization, meaning zero carbon dioxide emissions, could take decades, Ovako has been leading the way. It has cut its emissions, that were already low, by 55% since 2015. Its operations are now fully carbon neutral thanks to a combination of low-carbon technologies and certified carbon offsets. The journey to this position is interesting and the initiative to use fossil-free hydrogen holds special importance for the continued progress towards true zero carbon emissions.

The starting part was the adoption of the "cradle-to-gate perspective". This takes a comprehensive supply chain perspective of all carbon dioxide emissions, both directly and indirectly, until the point of delivery. This was a trigger to benchmark all Ovako's operations down to the finest details and to take responsible decisions in purchasing. This exercise requires the consideration of the footprint of all incoming goods and services as well as the full yield losses right through to the finished products. This is a particularly stringent way of looking at climate impacts and is described fully in a special technical report.

Working from a basic building block of hot-rolled bar, Ovako adopts cumulative calculation methods to establish the true cradle-to-gate footprint for all the individual product forms and alloy variations. In short, the company is ready to provide its customers with the exact information they need to establish the footprints of their own products. The system used is the International EPD® System, a global program for environmental product declarations based on ISO 14025 and EN 15804.

To further develop its carbon dioxide equivalent (CO₂e) footprint from cradle to gate, Ovako's targets are to:
Reduce the CO₂e carbon footprint for hot-rolled bar, with 2015 as base:

- 60% by 2030
- 70% by 2040

Reduce the CO₂e in operations Scope 1&2 according to greenhouse gas (GHG) protocol, with 2015 as base:

- 80% by 2030
- 90% by 2040

The targets are based on the Paris agreement and in line with the Science Based Targets and Climate Disclosure Protocol. There is also a target to expand the use of special steel products in applications where they help to achieve CO₂e savings for end users. Finally, Ovako will make contributions to further improve the recyclability of steel. Specifically, this will address concerns related to increasing levels of copper in scrap.

Once the cradle-to-gate approach was adopted, it became necessary to take a holistic view on everything that can be done to reduce carbon footprint, including all incoming material and services. One area of special interest is how to drive electrification further in the production processes. This is a topic dear to Ovako, with a proud history as a world pioneer in the electrification of rolling operations that goes as far back as 1895. For this purpose, Ovako built a special waterpower plant, which is still in operation – a beautiful building in a forest near its operations in Hofors, Sweden (Fig.1).

*1 Executive Vice President, Group Marketing and Technology, Ovako Group

*2 Group Technical Specialist, Energy & Furnace Technology, Ovako Group



Fig.1 The waterpower plant in Hofors.

Electrification and Oxyfuel

Over many years Ovako has invested in replacing fossil fuels with electricity where possible. For example, the heat-treatment furnaces have been converted to electrical heating, for all temperatures below 1000° C. In the hot rolling mill, hot charging is used as much as possible, enabling very significant savings in fuel and CO₂ emissions. Ovako has also changed fuel from oil to liquified petroleum gas (LPG) resulting in lower CO₂ (as well as lower SO₂ and particles) emissions and facilitating the possibility of changing to other CO₂ free fuels such as fossil-free hydrogen produced by elec-

trolysis of water.

At its Hofors site Ovako has converted almost all of its 57 high temperature (around 1200°C) furnaces to Oxyfuel. This means that the ballast of nitrogen in the air is avoided and thereby the flue gas losses are drastically reduced. The use of Oxyfuel reduces the energy consumption with a consequent reduction in CO₂ emissions by 20 to 50 percent depending on the process.

Linde and Ovako have cooperated for around 30 years to develop, implement and upgrade the Oxyfuel technology and other uses of industrial gases to fit the different applications and their demands regarding economy, quality and emissions. Ovako originally used conventional Oxyfuel, it has now moved over to Linde's Flameless Oxyfuel solutions from its REBOX® portfolio to increase temperature uniformity and reduce NOx emissions (Fig.2) .

To further reduce the emissions of greenhouse gases Ovako decided to explore the possibility of using Hydrogen-Oxyfuel technology for heating steel before hot rolling and forging.

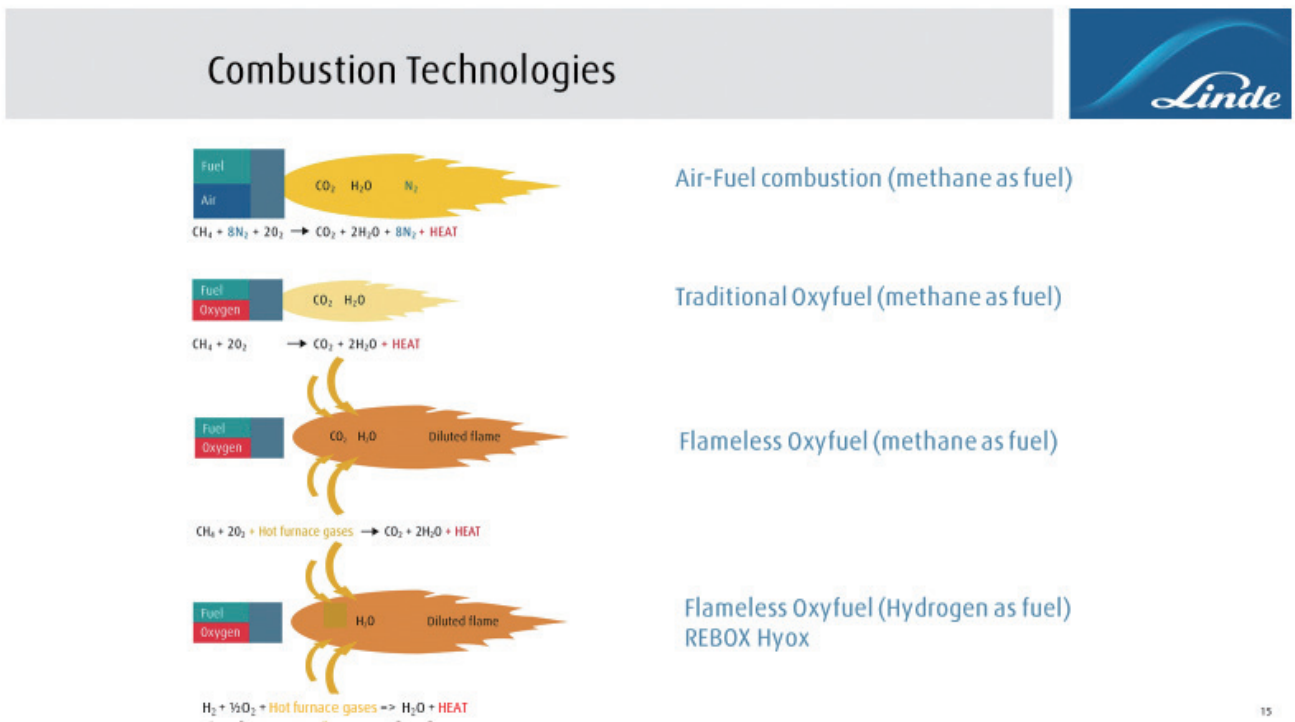


Fig.2 Linde's Flameless Oxyfuel solutions.

Laboratory and full-scale trials

To be able to heat steel of different grades in a near 100 percent H₂O atmosphere, several questions had to be answered regarding any impact on steel quality, capacity/uniformity in the heating process, NO_x-emissions, safety issues and changes in the combustion system. Therefore, to evaluate the scaling, descaling, decarburization, hydrogen embrittlement, heating capacity, temperature uniformity and NO_x formation, a pilot-test campaign was performed (Fig.3) . These tests involved heating small pieces of different steel grades with H₂-Oxyfuel and comparing the results with the LPG-Oxyfuel combustion used by Ovako in Hofors.



Fig.3 The pilot-scale testing with different steel grades.

All results were encouraging. No negative impact could be seen on the material, combustion or emissions. After the successful pilot-scale demonstration,

Ovako decided to demonstrate Hydrogen-Oxyfuel heating in full scale in one of the pit furnaces in Hofors. The existing combustion system was upgraded to handle both hydrogen and LPG as fuels. The changeover between the fuels could be done in only a second with complete safety, following all norms and regulations. The demonstration was performed in March 2020 when 24 bearing-steel ingots were charged into four pits (Fig.4) . One pit was fired with Hydrogen-Oxyfuel and the other three with normal fuel (LPG-Oxyfuel).



Fig.4 Full-scale test in pit furnace.

All relevant data (flows, temperatures, oxygen levels in the flue gases, etc.) were logged. This data indicated that the capacity, temperature uniformity and controllability of the combustion system worked at least as well as the normal fuel operation – as shown in the graph below (Fig.5) .

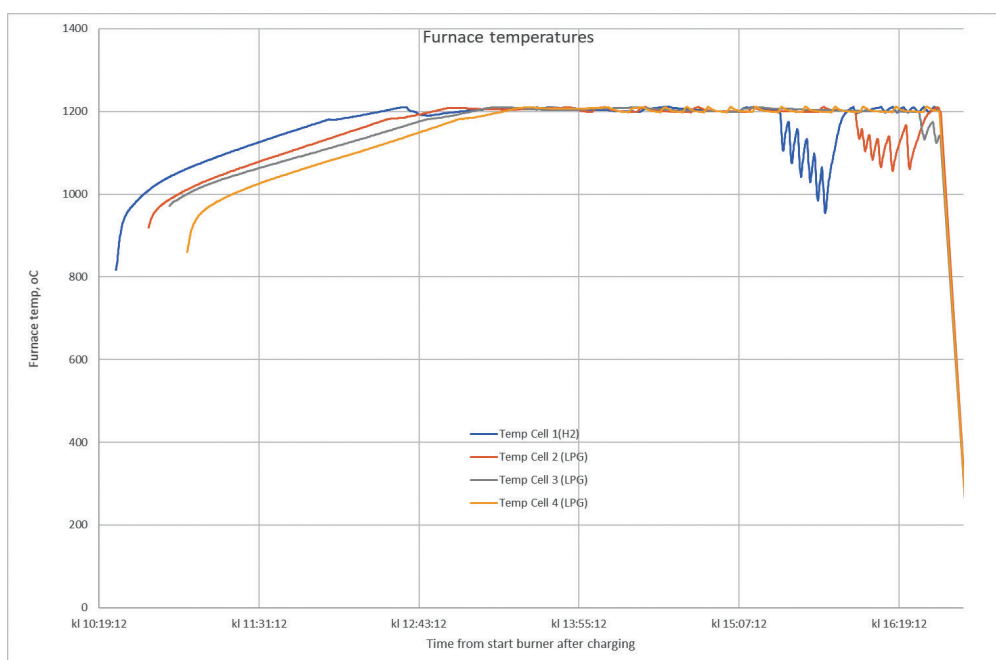


Fig.5 Temperature measurement results from full-scale test

After heating and soaking, the billets were successfully rolled to bars in the rolling mill (Fig.6) . Rolling forces, dimensions, scale and temperature uniformity were at the same high level of quality as always. A thorough inspection and analysis of the final billets showed that heating using hydrogen as fuel does not affect the quality.

Furthermore, the use of hydrogen in combustion would have a very positive effect on the environment since the only emission generated is water vapor. This demonstration proved that heating with hydrogen is possible in full scale operation. With fossil-free hydrogen and oxygen from electrolysis of water, and a flexible Oxyfuel system, the CO₂ emissions associated with heating may be eliminated.



Fig.6 Hot rolling test

For the first time ever, a heat treatment operation successfully used fossil-free hydrogen – and oxygen – to heat steel before rolling in a production environment.

Full-scale implementation

In June 2021 it was decided to invest in an electrolyzer and related equipment to implement the hydrogen heating method developed. The river Hoån that runs beneath the Hofors facility has been the source of power for steel making on this site since production began in the 1500s. First as mechanical power and then, in 1895, to provide electricity for the electrification of the rolling process - a world first. Now Ovako will use that same river water for another world first, to use hydrogen for electrification of the large-scale heating of steel before rolling. Jules Verne wrote in his 1874 novel "The Mysterious Island" , that "the energy of tomorrow is water that has been decomposed by

electricity" . That time arrived in 2021 thanks to this project funded in collaboration with the Swedish Energy Agency, Volvo Group, Hitachi Energy, H2 Green Steel and Nel Hydrogen.

The ambition is to minimize the use of fossil fuels and burn Ovako's own-produced hydrogen with oxygen, instead of using propane and natural gas. No new storage facility is required, and the waste heat will be captured and used for district heating. The electrolyzer will be the biggest in Sweden and is expected to be completed by the first half of 2023. The first 20 MW plant will generate 4,000 cubic meters of fossil-free hydrogen per hour and the full conversion to hydrogen will enable Ovako to reduce CO₂ emissions in its production by 50 percent from already low levels.

Because Ovako currently uses oxygen in steelmaking, cutting, scarfing and other operations, the opportunity also exists to expand production of hydrogen beyond its direct needs. This would make the supply of hydrogen to a third party quite competitive, as the cost is offset by the oxygen usage at site together with an existing large electrolyzer and district heating infrastructure. This kind of solution could contribute to the development of the hydrogen infrastructure critical to help fuel cells in vehicles become economically viable. If other steel operations adopt the solution, it could soon be possible to establish a network for fueling stations for long-haul trucks – with either no or only limited need to transport hydrogen or store it. This is of significant interest to manufacturers of large vehicles such as Volvo.

Lars Stenqvist, Chief Technology Officer of Volvo Group has said: "The transport sector is undergoing a paradigm shift, and green hydrogen will be one of the most important energy vectors in the transport industry for long-haul and heavy freight. Decentralized hydrogen production in the steel industry fits very well with the transport industry's need for fossil-free fuel. This technological solution is scalable because it can be used by the steel industry in large parts of the world. Working in partnership with other industries to be involved in the entire value chain around our transport solutions is essential."

Another important aspect is the integration with the power supply. Coincidentally, Ovako is a long standing and important supplier to the wind power industry.

Of all the many thousands of wind turbines installed each year, a significant portion of the rings used for the large wind-bearings are manufactured from Ovako steel, as well as other components. Ovako's clean steel in the form of large rings, contains very small amounts of the critically sized inclusions that are the enemy of fatigue performance. This is a key factor to enable reliable wind power operations that contribute to steady CO₂ savings year after year. In fact, one year's supply of Ovako clean steel rings enables lifetime savings of an estimated 260 million tonnes of CO₂. Now Ovako's importance for the wind industry is ready to take on a new dimension.

It is clear that the world will need much more renewable energy, and especially wind power, to meet the ambitious climate targets that have been established. This need will only increase when hydrogen from electrolyzers achieves its anticipated growth in popularity. However, introducing a larger share of renewable energy into power grids does create some important concerns. This is something that is already being experienced with the challenges of maintaining the frequency stability critical for the stability and reliability of power grids. The technical solution being pioneered has a unique ability to be used flexibly, as and when required, to provide the capability to regulate the grid. Therefore, it is an integral element for the ambitions of this project that producing hydrogen by electrolysis will also support

more production of renewable energy. The world needs it, and in Sweden alone there are many very large and important industrial projects that soon will challenge the power grid. Ovako looks forward to providing part of the solution that will stabilize the future power grid.

The use of the oxygen from the electrolysis process is an interesting aspect in its own right. In other electrolyzer projects, the oxygen is released "over the roof" into the atmosphere. Therefore, to use it in the production process, practical experiences from drying and compressing the oxygen gas as well as integration with the existing oxygen system will be important.

Another important lesson is how to use the waste heat from the electrolyzer to contribute to the district heating network. Instead of cooling the heat in a cooling tower, and effectively going to waste, it will be used for district heating. In this way about 10 percent of the electrical power used will become useful for district heating. The heat integration with the district heating also contributes to CO₂ emissions savings and represents an innovative sector coupling and circular economy approach. This not only benefits the project partners but society as a whole (Fig.7) .

A further possible area for learning is the potential energy gains from flue gas condensation with 95-100 percent steam in the exhaust gases.

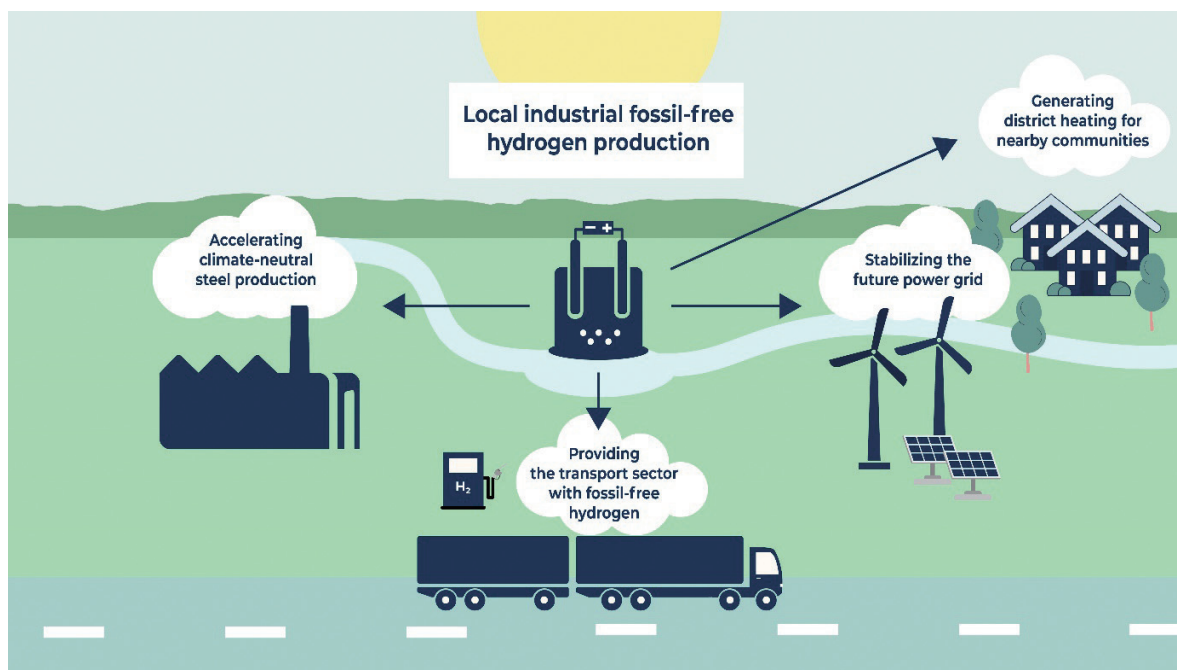


Fig.7 Systemic benefits of fossil-free hydrogen plant

The economy and funding of the project

Having the electrolyzer on site means the hydrogen will not have to be stored or transported, keeping costs down. This is an important consideration and will also remove the need for any middle-men in transactions. In fact, the solution is something of a paradigm change to current strategies in Europe, with distributed production of hydrogen, rather than distribution of hydrogen itself.

The investment in the electrolyzer can be partly offset by the sale of excess hydrogen to other industrial users. Economy of scale and the potential to use the oxygen, and waste heat, produced will subsidize the costs of producing for a third party.

Another potential income stream could be to provide demand response services to the grid. Retaining the ability to switch back to propane fuel would allow the steelmaker to dial down its electrolyzer production if needed, helping to overcome grid constraints. This is an important opportunity and can, depending on country tariffs, be an important income stream. It can also be used to avoid peak electricity prices.

Ovako will also enjoy benefits over time as penalties for CO₂ increase combined with rising preference by customers for zero carbon products. The competitive advantages of this can be substantial.

The project was successfully funded as a result of its very favorable economics when compared with other hydrogen projects:

- Infrastructure largely in place
- Oxygen usage in place
- No storage needed for hydrogen
- Heat can be recovered for the district heating system
- Electricity flexibility comes with a distinct value
- Hydrogen fuel station subsidized by the oxygen usage and infrastructure

It is noteworthy that important parts of the payback lies in gains for society at large, not only within Ovako.

In summary

As a world-first, the hydrogen project will show the way for significant CO₂ savings in the steel industry and also the downstream industries that heat steel for hot working. This has a global potential of saving CO₂ emissions in the order of 300-400 million tonnes.

In summary, the global potential for CO₂ savings from this type of use of hydrogen is large, provided that fossil-free electricity is available. This model offers a fast implementation time and cost-efficient solution for many industrial locations around the world. It would open up opportunities for electricity balancing as well as creating a grid of cost-efficient fueling stations for fuel-cell-driven vehicles.

Ovako is excited to bring this technology into operation in the hope that it will be an important contribution to eliminating carbon dioxide emissions.

背景

鉄鋼業界の完全な脱炭素、つまり CO₂ 排出ゼロへの移行には数十年かかると言われるが、Ovako はそれをリードしてきている。排出量削減に取り組み続け、2015 年比で 55% 削減させている。我々の低炭素技術にカーボンオフセットを組み合わせることで、Ovako 事業は現在、完全なカーボンニュートラルとなっている。ここに到達するまでの行程は興味深いものであり、本稿で紹介するカーボンフリー水素の取り組みは、真のゼロカーボンに向けて継続的に進展するために特別な重要性をもつ。

出発点は、「cradle-to-gate の考え方（排出量を原材料から製品出荷まで合算する方法）」を採用したことであった。これは納入時点までの直接、間接両方を含む全ての CO₂ 排出量評価に関する包括的なサプライチェーンの考え方を取り入れている。それは Ovako の全事業を細部まで評価し、購買において責任ある決定を行うための判断材料となった。この考え方は完成品に至るまでの歩留損失のみならず、全ての購入品やサービスの排出量を考慮に入れる必要がある。これは環境への影響について特に厳密な見方をするもので、その詳細は専門書に記載されている。

Ovako では熱間圧延棒鋼に関する基本構成要素から取り組み、個々の製品形態および鋼種のバリエーションに応じて、原材料から納入までの排出量を算出するために累積加算方式を採用している。つまり、我々はお客様が自社製品の排出量を算定するために必要とする正しい情報を提供する体制を既に整えている。算定手法としては、ISO 14025 および EN 15804 に基づく環境製品宣言のために用いられるグローバルプログラム「International EPD® システム」を採用している。

さらなる展開のため、「cradle to gate」による CO₂ 換算 (CO₂e) での排出量について次の目標を掲げている：

2015 年を基準として、熱間圧延棒鋼の CO₂e 排出量を削減する：

2030 年までに -60%

2040 年までに -70%

2015 年を基準として、温室効果ガス (GHG) プロトコルに従い、Scope1 および 2 の CO₂e 排出量を削減する：

2030 年までに -80%

2040 年までに -90%

この目標はパリ協定に基づいており、「Science Based Targets」や「Climate Disclosure Protocol」に沿うものである。また、ここにはエンドユーザーの CO₂e 削減に貢献する用途に対して、特殊鋼製品の使用を広げる狙いもある。最後に、Ovako は鉄鋼のさらなるリサイクル性向上に貢献していくつもりである。具体的には、スクラップ中に含まれる Cu 増加への懸念に対応していこうとしている。

「cradle-to-gate」方式が採用されるようになって、購入する全ての原材料やサービスを含め、CO₂ 排出量を削減するために実施できるあらゆることを俯瞰する必要が生じた。特に関心を持っていることは、製造プロセス内でさらなる電動化をいかにして推進するかである。1895 年、世界に先駆けて圧延作業の電動化を実現した歴史を持つ Ovako にとって、これは非常に重要なテーマである。電動化のため、我々はスウェーデンの Hofors 工場近くの森に立派な水力発電所を建設し、それは現在も稼働中である (Fig.1)。

電動化と Oxyfuel（酸素燃焼）技術

Ovako は長年にわたり、可能な限り化石燃料を電力で置き換えることに投資してきた。例えば、1000℃以下で使用する熱処理炉は全て電気加熱式に転換されている。熱間圧延工場では、できるだけホットチャージ（熱鋼のまま加熱炉に装入すること）を採用し、燃料や CO₂ の大幅な削減を実現している。また、石油から液化石油ガス (LPG) への燃転を進め、CO₂ 排出量 (SO₂ やばいじんも含む) がより低減している。そして、Ovako は水の電気分解で製造するカーボンフリー水素など、他の CO₂ フリー燃料への転換を促進している。

Hofors 工場では、57 基の高温 (1200℃前後) 炉のほとんどを酸素燃焼に転換している。これは空気中に含まれる窒素を排除することにより、燃料ガスの消費が大幅に減少することを意味する。酸素燃焼を用いることでエネルギー使用量が減少し、その結果、工程によっては CO₂ 排出量を 20 ~ 50% 削減できた。

Linde 社と Ovako は約 30 年にわたって協力し、様々な用途やそれらの経済的、品質、排出に関する要求に合わせて、酸素燃焼技術および工業用ガスの別の使い道を開発、実施、改良してきた。元々、Ovako は従来型の酸素燃焼技術を採用していたが、温度の均一性を高め、NOx 排出量を削減するために、REBOX® 技術の中から「Linde' s Flameless Oxyfuel solutions」を採用した (Fig.2)。

温室効果ガスのさらなる排出削減のため、我々は熱間圧延や鍛造前の鋼材加熱への水素・酸素燃焼技術適用の実現性を探ることにした。

ラボ試験および実機試験

100% 近い H₂O 雰囲気中で様々な鋼種を加熱できるようにするため、鋼材の品質、加熱工程における能力・均一性、NOx 排出量、安全性、および燃焼システムの変更に及ぼす影響を明確にする必要があった。そこで、スケールの生成、脱スケール、脱炭、水素脆化、加熱能力、温度均一性および NOx 生成を評価するために、一連のパイロット

トテストを実施した (Fig.3). これらは異鋼種のテストピースを水素・酸素燃焼で加熱し、Hofors 工場で使用している LPG - 酸素燃焼の結果と比較するというテストを含んでいる。

鋼材、燃焼、および排出量にマイナスの影響は見られず、結果は全て次のステップへと進む糧となった。パイロット規模でのテストに成功したことで、Hofors 工場のピット炉を用いて水素・酸素燃焼加熱の本格的な実証を行うことが決定した。まず、既存の燃焼システムを改良し、水素と LPG の両方を燃料として使えるようにした。関連する全ての法規制の下で、燃料の切り替えが安全かつ瞬時に行えるようになった。2020年3月、24本の軸受鋼塊を4ピット炉に入れ、実証テストを行った (Fig.4)。1つのピット炉は水素・酸素燃焼を、残る3つには通常燃料 (LPG - 酸素燃焼) を使って加熱した。

関連する全てのデータ (流量、温度、排ガス中の酸素濃度など) を記録した。このデータから、燃焼システムの能力、温度均一性、制御能力が通常燃料での処理と同等以上であることが示された (Fig.5)。

鋼塊を加熱、均熱後、正常に棒鋼に圧延できた (Fig.6)。圧延荷重、寸法、酸化スケール、温度均一性などは通常と同等であった。圧延材を入念に検査・分析した結果、水素燃焼による加熱は品質に影響を及ぼさないことが示された。

さらに水素燃焼では水蒸気しか排出されないため、環境にも非常に良い影響を及ぼすものと考えている。この実証実験により、水素加熱の本格運用が可能であることが証明された。水の電気分解によるカーボンフリー水素と酸素、およびフレキシブルな酸素燃焼システムがあれば、加熱に伴う CO₂ 排出を排除できるかも知れない。

量産環境での圧延前の鋼材加熱作業において、カーボンフリー水素と酸素の使用に成功したことは世界初である。

本格的な導入に向けて

2021年6月、開発した水素加熱技術を実用化するために、電解槽や関連設備への投資を決めた。Hofors 工場の麓を流れる Hoån 川は、1500年代の生産開始以来、この地での鉄鋼生産の動力源となっている。最初は機械的な動力として、そして1895年には世界初となる圧延工程の電動化に必要な電力を供給することになった。そして今、その川の水を使って生成した水素を圧延時の鋼材の大規模加熱に利用するという、世界初の試みに我々は挑戦しようとしている。Jules Verne は1874年に発表した自身の小説『神秘の島』の中で、「未来のエネルギーは電気によって分解された水である」と書いている。Swedish Energy Agency, Volvo Group, Hitachi Energy, H2 Green Steel, Nel Hydrogen 共同出資プロジェクトにより、2021年にその時がやってきたのである。

このプロジェクトの大望は、化石燃料の使用を最小限に抑え、プロパンや天然ガスの代わりに自社で分解した水素と同時に得られる酸素を燃焼させることである。新たな貯蔵施設は必要なく、廃熱は回収して地域暖房に利用する。電解槽はスウェーデンで最大規模になり、2023年前半までに完成する見込みである。最初の20MWプラントは1時間あたり4,000立方メートルのカーボンフリー水素を生成する。Ovako は水素への完全転換により、生産における CO₂ 排出量を、元々低いレベルからさらに50%削減することが可能となる。

また、現在は製鋼、切断、スカーフなどの操業で酸素を使用しているため、自社での必要分以上に水素を製造する機会もある。大規模電解槽と地域の暖房インフラに加えて、現場で酸素を使用することで係るコストが相殺されるため、第三者への水素供給はかなりコスト競争力のあるものとなる。つまり、このソリューションは燃料電池車の採算上の実現に不可欠な水素インフラの整備に貢献する可能性がある。他の鉄鋼メーカーもこのソリューションを採用するようになれば、近い将来、水素の輸送や貯蔵を必要としない、あるいは限定的な、長距離トラック用の水素ステーション網を構築することができるかもしれない。これは Volvo のような大型車メーカーにとって非常に興味深いものである。

Volvo グループの最高技術責任者である Lars Stenqvist 氏は次のように述べている。「輸送分野はパラダイムシフトを迎えており、グリーン水素は長距離輸送や重量貨物の輸送において最も重要なエネルギー進路の一つとなるだろう。鉄鋼業による分散型水素製造は、脱化石燃料という輸送業界のニーズに非常によく合致している。この技術ソリューションは、世界の大部分の鉄鋼業で幅広く実施可能である。また、輸送ソリューションのバリューチェーン全体を巻き込むために、他の業界との連携が不可欠である。」

電力供給との融合も重要なポイントとなる。奇しくも Ovako は風力発電業界に対して長年の重要サプライヤーである。年間数千基が設置される風力タービンのうち、大型風車に使用される軸受軌道輪の約3分の1が Ovako 材から作られているほか、その他の部品にも使用されている。大径リングに使用される Ovako の高純度鋼は、疲労強度に影響を及ぼす大きさの介在物をほとんど含有しない。これは長年にわたり安定した CO₂ 削減に貢献する風力発電操業の信頼性を高める鍵である。実際、Ovako が高純度鋼製リングを1年間供給することで、推定2億6,000万トンの CO₂ 削減が可能と試算されている。風力発電業界における Ovako の重要性が、今まさに新たな局面を迎えようとしている。

世界中で掲げられた壮大な気候変動目標を達成するためには、より多くの再生可能エネルギー、特に風力発電が重要であることは明らかである。今後、電気分解による水素

の普及が予想通り進めば、このニーズは右肩上がりになると考えられる。しかし、より多くの再生可能エネルギーを電力網に導入するには、いくつかの重要な課題がある。それはこれまでも経験しているもので、電力網の安定性と信頼性に不可欠な周波数の安定を維持するという課題である。開発した技術ソリューションには、必要な時に必要な分だけフレキシブルに使用できるように電力網を調整する独特の機能がある。したがって、電気分解による水素製造が再生可能エネルギーの生産拡大に繋がるということは、本プロジェクトにとって不可欠な要素である。世界はそれを必要としており、スウェーデンだけでも電力網の早急な整備を促す非常に大規模で重要な数多くの産業プロジェクトが存在している。我々は将来の電力網を安定化させるソリューションの一部を担っていくことに期待を寄せている。

電気分解の際に発生する酸素を利用することも興味深い点である。他の電気分解プロジェクトでは、酸素は「屋根を超えて」大気中に放出される。したがって、生産工程で酸素を使用するためには既存の酸素システムとの統合に加え、酸素ガスの乾燥や圧縮の実践経験が重要になる。

また、電解槽の廃熱をいかに地域暖房ネットワークに利用することも重要な課題である。廃熱を冷却塔で冷やして即座に無駄にしてしまうのではなく、地域暖房に利用しようとしている。これにより使用電力の約10%が地域暖房に使われることになる。また、地域暖房との熱統合はCO₂排出量の削減に貢献し、革新的なセクターカップリング(電力、熱、輸送といったセクターが連携してエネルギーの需要と供給を最適化させること)とサーキュラーエコノミー(循環型経済)へのアプローチを体現するものである。これはプロジェクトパートナーだけでなく、社会全体の利益にも繋がる(Fig.7)。

さらなる開発領域は、排ガス中に95~100%含まれる水蒸気の凝縮潜熱(エネルギー)の回収である。

本プロジェクトの経済合理性と資金調達

電解槽が現場にあれば、水素の貯蔵や輸送が不要になり、コストを抑えることが可能となる。これは重要なポイントで、取引の仲介者を無くすことにもなる。実際、このソリューションは水素そのものの流通よりも、水素の分散生産に重きを置く、現在の欧州の戦略に対するパラダイムシフトの一つである。

余剰水素を他の産業ユーザーに販売することで、電解槽への投資の一部を相殺することができる。スケールメリット、および電解酸素や廃熱の利用に対する将来性は、第三者の製造コストを下げることに繋がる。

もう一つの潜在的な収入源は、電力網へのデマンドレスポンス(需要応答)サービスの提供である。プロパン燃料

への切り替え機能の維持は、必要に応じて水素生産を減らし、電力供給の制限に対処することができる。これは、電力料金のピークを回避するためにも利用でき、電力需給調整への対価も享受できる。

CO₂に対する罰則が強化され、お客様のゼロカーボン製品への嗜好が高まりつつあるため、Ovakoは時間経過とともにメリットを享受していくと考えている。これによって得られる競争力メリットは大きい。

他の水素プロジェクトと比較すると、以下の項目で非常に良好な経済性が評価され、このプロジェクトを事業化することとなった。

- インフラの大部分が整備されている
- 現場で酸素を使用している
- 水素貯蔵施設が不要である
- 地域暖房のための熱回収が可能である
- 電力使用に柔軟性を持たせていることが有用である
- 水素ステーションが酸素の使用とインフラへの貢献によって助成される

特筆すべき点は、その恩恵がOvakoだけでなく、社会全体の利益にも繋がっているということである。

まとめ

この水素プロジェクトは世界初の試みであり、鉄鋼業界、あるいは鋼材を加熱して加工する業界において、大幅なCO₂削減への道を示すものになると考えられる。本プロジェクトを世界展開すれば、全世界で3~4億トン規模のCO₂削減が期待できる。

つまり、カーボンフリー電力が利用可能となれば、このような水素の利用によるCO₂削減のポテンシャルは世界的に大きい。今回のビジネスモデルは、世界中の多くの産業拠点に迅速導入可能で費用対効果の大きいソリューションを提供するものである。それは電力バランスを調整する能力を広げるとともに、より低コストな燃料電池車用の水素ステーション網の構築にも繋がっていくものと考えられる。

OvakoはCO₂排出ゼロに対して多大な貢献をしていくために、この技術の本格運用に大きな期待を込めている。