

表面コーティングによる水車部品の土砂摩耗抑制の検証

水車の土砂摩耗部修理頻度の延伸化を目指して

Verification of the Prevention of Silt Erosion of Hydraulic Turbine Parts with Surface Coating

To Reduce the Frequency of Repair of Silt Eroded Areas of Hydraulic Turbines

(工務部 発電電G)

流水中の土砂含有量が多い発電所の水車は、土砂摩耗による形状変化により効率が低下するため、短い周期での溶接修理が必要となる。この周期を延伸するために、高圧・高速フレイム溶射(HP/HVOF)により弱点部位をコーティングし、実機検証試験を実施した。その結果、従来に比べ2倍程度の耐摩耗性能が確認できた。

(Hydro Power and Substations Group, Electrical Engineering Department)

Hydraulic Turbines in electric power plants where water contains a large amount of silt frequently require welding repair work, since efficiency is reduced due to deformation caused by silt erosion. We conducted a verification test on an actual plant by coating weak areas with High Pressure/High Velocity Oxy-Fuel spray coating (HP/HVOF) in order to reduce the frequency of occurrence. As a result, we succeeded in obtaining an erosion resistance approximately 2 times greater than it had been previously

1 研究の背景・目的

流水中の土砂含有量の多い発電所の水車は、土砂摩耗による形状変化により水車効率が低下するため、主にランナ、ガイドベーンに対し、通常より短い周期で溶接修理を実施している。当社において、土砂摩耗により6年以内で水車修理を行っている発電所は、14ヶ所ある。中でも生田発電所は、3~4年ごとに修理を行っており、保守業務の負担となっている。

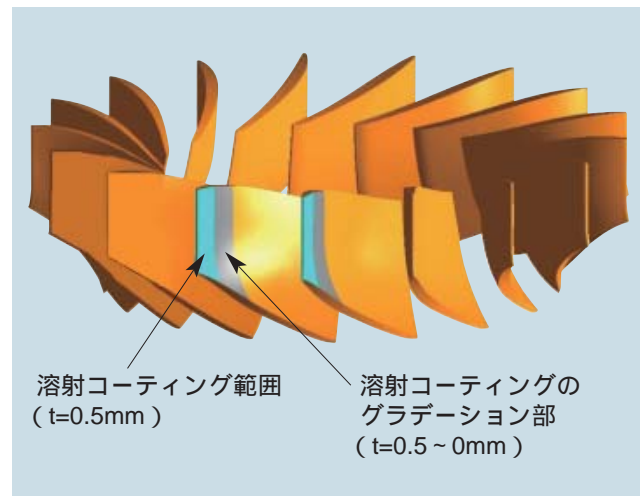
そこで、高い密着力でコーティングできる高圧・高速フレイム(HP/HVOF)溶射を当該発電所の水車へ適用し、3年間の検証試験にて、その有効性を確認した。

2 高圧・高速フレイム溶射の概要

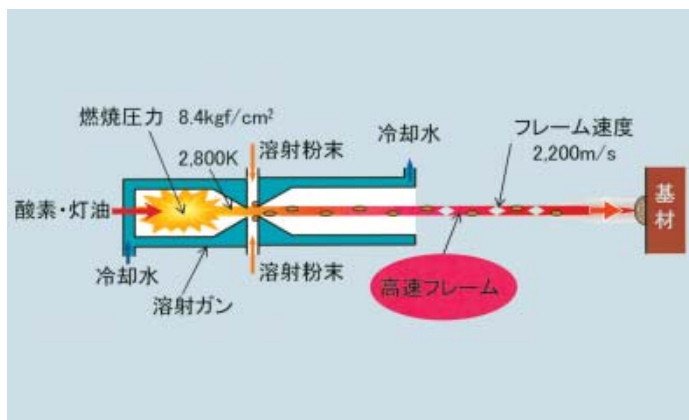
高圧・高速フレイム溶射は、溶射ガン燃烧室で酸素と灯油を爆発燃烧させ、燃烧炎ジェットとして噴出させる。この燃烧炎ジェット流の中心に投入される粉末材は、溶融もしくは軟化状態のまま超音速度で基材表面に衝突するため、基材の材質に関係なく、極めて高密度で高密着力を有するコーティング被膜を形成することができる。今回コーティング被膜には耐摩耗性能に優れたタングステンカーバイド系(WC-NiCr)材を適用した。

3 試験方法

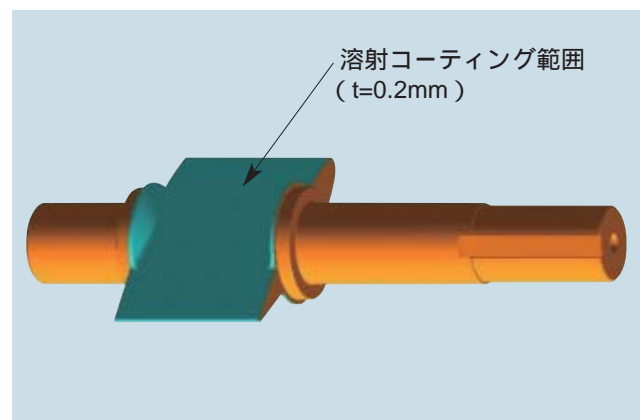
土砂摩耗は、流速の速い部位で発生しやすい。そこで水車ランナおよびガイドベーンの流水部を対象に、高圧・高速フレイム溶射によるWC-NiCr材コーティングを実施した。水車ランナについては第2図に示すように羽根2箇所施工した。ガイドベーンについては第3図に示す流水部に20本中、代表1本に施工した。それぞれコーティングなしの場合との3ヶ年の比較検証をした。



第2図 ランナ溶射コーティング範囲



第1図 HP/HVOF溶射 装置概要図



第3図 ガイドベーン溶射コーティング範囲

4 試験結果

4.1 水車ランナ

22,173h(3年間)運転後のランナ状態を第4図に、水車ランナ羽根の母材摩耗量を第5図に示す。

(1) 羽根 (溶射コーティングあり)

- ・溶射膜に土砂摩耗は見られたが、はく離は見られない。
- ・一部母材の露出が見られたが、水車ランナ羽根の母材損傷には至っていない。

(2) 羽根 (溶射コーティングなし)

- ・羽根がえぐられるように大きく土砂摩耗している。

4.2 ガイドベーン

3年間運転後のガイドベーン状態を第6図に示す。

(1) 羽根 (溶射コーティングあり)

- ・摩耗の著しいつば部(羽根端部の形状急変箇所)において溶射膜の摩耗が進行していたが、溶射膜厚の1/4程度の軽微なものであった。
- ・未コーティングのつば部裏面から摩耗が進行している。

(2) 羽根 (溶射コーティングなし)

- ・羽根表面にうろこ状摩耗が見られた。
- ・つば部において6~7mm深さの摩耗が見られた。

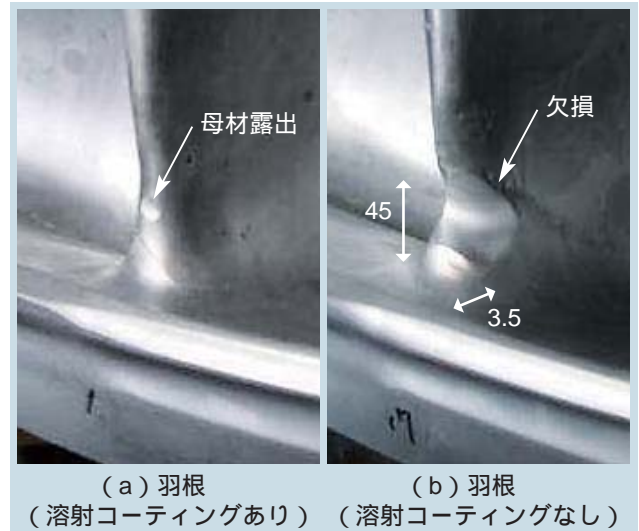
5 評価

高圧・高速フレーム溶射によるコーティングは、耐摩耗性能を向上させるのに有効であることが確認できた。

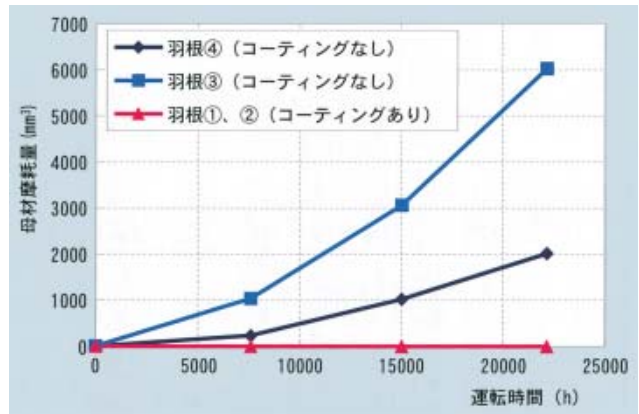
土砂によりコーティング被膜が研磨され、3年間でランナ羽根の一部分の母材が露出したが、母材損傷へは至っていない。このことから、高圧・高速フレーム溶射を施工したランナが、水車修理を要する摩耗量に達するまでの期間は、溶射被膜摩耗期間3年と、母材摩耗期間3~4年を合わせ、6年以上(2倍以上)になると判断できる。

6 今後の展望

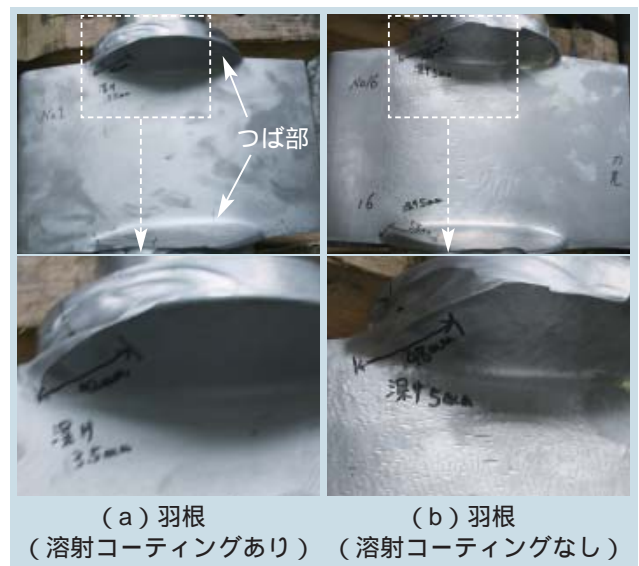
一部位の耐摩耗性能を強化した場合、ガイドベーンつば部裏面のようにコーティング未実施部が新たな弱点と成りうるため、HP/HVOF溶射施工方法の最適化と他の耐摩耗施策の組み合わせにより、修理周期の延伸化を図る。



第4図 3年間運転後の水車ランナ羽根の状態



第5図 水車ランナ羽根の母材摩耗量



第6図 3年間運転後のガイドベーン羽根の状態
上：ガイドベーン羽根部
下：つば部拡大(羽根端部の形状急変箇所)



執筆者 / 野村元彦
Nomura.Motohiko@chuden.co.jp