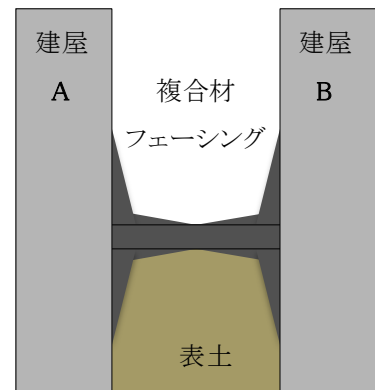


[様式2 (汚染水処理対策委員会に報告し、一般公開となるものです)]

御提案書	
技術分野	(4)
御提案件名	建屋周辺の止水技術 (建屋間ギャップ止水と周辺グラウディング)
御提案者	Kubota Research Associates, Inc. 久保田雅則

1. 技術等の概要 (特徴、仕様、性能、保有者など)

特徴: 含浸性難燃常温ラジカル重合型硬化型複合材であって、放射線遮蔽材と強化繊維を含有した低粘度樹脂を散布し、右図の様に、壁面間に耐水・難燃性複合材導流路を加熱による迅速多層成形する。放射線遮蔽効果と良排水性を併せ持ち、特に浸水源と考えられる建屋壁面での接着面を広めて接着性と高い止水効果を得る。建屋間に施工する耐水・難燃性複合材導流路は、大きな破断伸度を持つ強化繊維複合材で、モルタルやコンクリートと比べて透水性が無く、塩害の影響を受けにくく、気候変動、積雪や多少の地形変化が発生してもひび割れや破断が発生しにくい。



鉛やタングステンなどの放射性遮蔽物の粒子や強化繊維、マトリクス樹脂を狭隘箇所地表付近に均一に含浸させる一次施工が終ると、放射線源の粒子飛散が防止され且つ放射線遮蔽効果から、周囲に対する放射線量が低下する。二次加工として、流道の勾配調整や壁の開口部処理などを、上塗り積層で行う事も可能になり、フェーシング施工後は各種作業を容易にする。スプレー施工が可能で、ロボットなど遠隔無人操作や長尺スプレーによる狭隘箇所、建屋の外壁を含む止水加工兼フェーシング施工が可能である。

マトリクス樹脂は、船舶を始めとした水回りの構造物用に、耐水・耐薬品・耐候・難燃性を目的として設計・開発され、多くの実績が有るラジカル重合型変性エポキシ樹脂である。希釈剤や硬化抑制剤を用いると粘度や硬化時間が調整できる。放射線硬化型樹脂は Dow Chemical で開発中であるが上市に至っていないので、当該プロジェクトでは表面接着性と靱性を高めた同種の難燃常温硬化型変性エポキシ樹脂にナノ粒子、強化繊維の他にオプションとして放射線遮蔽材を混合して使用する。しかしながら、同系樹脂は短時間でゲル化するが、耐薬品性や耐水性を十分に発揮するためには同樹脂を全硬化させる必要があり、同樹脂の全硬化には常温で1年以上の歳月が必要である。この課題を解決するには、高い実績を誇る P-Wave™装置と P-Wave/PTIR™ IR Assisted Advanced Out of Autoclave (OOA) 複合材成形技術を用いて迅速硬化をする事が好ましい。建屋間のギャップが 50~150mm の箇所がある事から、航空機製造用に開発したクローズループ制御付 P-Wave™装置、照射口の外径 20x20mm のフレキシブルなウェーブガイドを用いる。ロボットを用いて複合材樹脂がゲル化した後、この装置から照射される人体に安全な波長 2 μm 未満の電磁エネルギー (赤外線) を、未硬化の複合材樹脂構造物に照射して加熱し、短時間で繊維強化樹脂複合材の全硬化を得る。なお、全硬化に1週間以上要する樹脂を10分未満で全硬化する同技術は、U.S. Navy Naval Air System Command、航空機や船舶メーカーで実証されている。

仕様：当該プロジェクトで使用する予定の複合材の仕様は、耐水・耐薬品性難燃繊維強化複合材の強化繊維含有率は40%強で、複合材製導流路の最薄部の肉厚は6mmとする。複合材部の強度は、引張り強度：76 MPa、引張り弾性率：2900 MPa、曲げ強度：130 MPa、曲げ弾性率：3300 MPa、引張り破断伸度8%。

性能：当該プロジェクトで使用する予定の複合材の性能は、複合材製導流部の含水率が約5日間で飽和し、最大値0.5wt%（重量比）12日で有る事からほぼ完璧な止水効果が期待できる。全硬化後の複合材製導流部は、難燃性を持つ。耐水・耐薬品性難燃繊維強化複合材の強化繊維含有率は40%強で、複合材製導流部の最薄部の肉厚は6mmとする。複合材部の強度は、引張り強度：76 MPa、引張り弾性率：2900 MPa、曲げ強度：130 MPa、曲げ弾性率：3300 MPaと想定される。

保有者：当該プロジェクト向けに提案する技術の保有者はKubota Research Associates, Inc.で、複合材研究に於いて全米トップとされているUniversity of Delaware Center for Composite Materialsと共に、新素材と革新的な加工技術を航空・宇宙、軍需産業向けに開発しているエンジニアリング会社である。施工技術や複合材などの素材に関する知財は、米国Kubota Research Associates, Inc.が保有しており、仔細は安全保障貿易の観点から米国政府による許可無しでは一般公開は行えない。当該技術は米国内で開発されたものであり、米国Export Administration Regulations (EAR)の対象である。

2. 備考（以下の点など、可能な範囲で御記入いただけますようお願いいたします）

・開発・実用化の状況（国内外の現場や他産業での実績例、実用化見込み時期を含む）

米国Kubota Research Associates, Inc.のP-Wave™装置とP-Wave/PTIR™ IR Assisted Advanced Out of Autoclave (OOA) 複合材成形技術は、航空機体の高速製造や機体に対する小部品の迅速接着用として米海軍よりの委託研究で軍需・民需用に開発した物で、通常7日間以上要していた構造用熱硬化性樹脂をわずか5分間で全硬化した実績が有る他、日本の経済産業省が中小企業向けに行っている補助事業「戦略的基盤技術高度化支援事業」の採択企業が、自動車用複合材の高速成形や繊維強化複合材によるトンネル内高速補強を実証している。

実用化見込み時期：当該技術は既に実証・実用化されているが、福島第一原子力発電所に於ける使用環境や要求仕様を満たすためには以下の機材部品の開発が必要で有る。

この為に現場に於ける施工開始には、受注契約後約6ヶ月間を要する。

当該プロジェクトで使用する予定の機器のうち、

- 1) フレキシブルなウェーブガイドを有するP-Wave™は、航空機体に対する小部品の敏速接着用に開発した機種種の供給は可能で有るが、作業環境に合わせてウェーブガイドの長さを調整する必要がある。（受注後約3ヶ月）
- 2) 長尺樹脂スプレーガンは、新たに開発が必要である。（受注後約4ヶ月）

- 3) 作業用ロボットの調達が可能でない場合、米国の物を調達してロボットアームをスプレー用に改造する必要がある。(受注後約6ヶ月)
- 4) 含浸性難燃常温ラジカル重合型硬化型変性エポキシ樹脂は米国製で開発済みであるが、使用量によって納期は大きく変わる。
- 5) 放射線遮蔽効果を期待する場合は、添加物の粒径、添加量や積層厚による遮蔽効果を把握する必要がある。(受注後約6ヶ月)
- 6) 強化繊維とその加工は、日本国内で調達が可能。(通常受注後約1～2ヶ月)
実用化見込み時期は、放射線遮蔽効果を期待しない場合は受注契約後約6ヶ月間とし、放射線遮蔽効果を期待する場合は、受注契約後約1年間である。

・ 開発・実用化に向けた課題・留意点

- 1) 放射線遮蔽効果を期待する場合、当該プロジェクトでは鉛、タングステン又は黒炭粒子を樹脂に複合する。これらの部材は放射線遮蔽効果が有る事は公知であるが、個々の粒子混入密度や粒径に対する放射線遮蔽率など、具体的なデータが現時点では揃っていない。
- 2) 放射能汚染が懸念されるロボットなどは他に転売しにくく、これら的高額資産は誰が負担し管理するのか？

・ その他 (特許等を保有している場合の参照情報等)

施工技術や複合材などの素材に関する知財は、米国 Kubota Research Associates, Inc.が保有しており安全保障貿易の観点からも一般公開は行わない。

- P-Wave™ Through Transmission Infrared (TTIR) Welding 技術は、Frost & Sullivan より 2005 Technology Innovation of the Year Award が授与された。
- P-Wave/PTIR™ IR Assisted Advanced Out of Autoclave (OOA) 複合材成形技術は、米海軍により 2012 年6月に Recognition Award が授与され、2013 年8月に先端材料技術協会 SAMPE Japan より先端材料技術賞が授与された。

(備考) 技術提案募集の内容 (6分野)

- ① 汚染水貯蔵(タンク等)
- ② 汚染水処理(トリチウム処理等)
- ③ 港湾内の海水の浄化(海水中の放射性物質の除去等)
- ④ 建屋内の汚染水管理(建屋内止水、地盤改良等)
- ⑤ 地下水流入抑制の敷地管理(遮水壁、フェーシング等)
- ⑥ 地下水等の挙動把握(地下水に係るデータ収集の手法、水質の分析技術等)