

## CFRP の大気中におけるナノ秒紫外レーザーパルス照射による アブレーション・プルームのダイナミクス

### Dynamics of Ablation Plume on CFRP under Irradiation of Nanosecond UV Laser Pulses in Air

産総研・環境化学, °川口喜三, 佐藤正健, 奈良崎愛子, 黒崎諒三, 新納弘之

AIST ISC, °Yoshizo Kawaguchi, Tadatake Sato, Aiko Narazaki, Ryozo Kurosaki, Hiroyuki Niino

E-mail: y-kawaguchi@aist.go.jp

【はじめに】炭素繊維強化樹脂 (CFRP: carbon fiber reinforced plastics) は機械的強度が大きく、航空機や自動車等への実用化が進んでいる。その製造工程で、現在用いられている機械加工やウォータージェット加工では CFRP の加工速度が小さく、レーザー加工による CFRP の高品位、高速加工の研究が進められている。また、CFRP は炭素繊維 (carbon fiber: CF) と樹脂という熱的特性 (蒸発温度、熱伝導度) の大きく異なる2つから成る複合材料で、そのレーザー・アブレーション特性は興味深い。今回、我々はナノ秒 UV レーザー照射による CFRP の大気中でのアブレーション特性を時間分解プルーム測定で調べた。

【実験方法】CFRP サンプル板 (東レ (株)、t2mm、PAN 型 CF&エポキシ樹脂、充填比 50:50) に大気中で Nd:YAG レーザーの三倍波 (8ns、 $\lambda=355\text{nm}$ ) をフルエンス約  $5\text{ J cm}^{-2}$  で照射し、生じたアブレーション・プルームを真横から時間分解発光像及び発光スペクトルを測定した。レーザーの散乱光を避けるため、UV カットフィルター (東芝 L-39) を用いた。

【結果と考察】1 パルス照射後の SEM 像 (Fig.1) を見ると、表面樹脂層が消失し、CF が露出している。1、2 パルス目照射後の時間分解プルーム発光像 (Fig.2) を測定すると、その形状に違いが見られた。(2 パルス目以降はほとんど同じだった。) Fig.1 から、1 パルス目の照射では主に表面樹脂層のアブレーションに由来することが示される。2 パルス目以降ではグラファイトの時間分解プルーム発光像に類似した形状を示し、主としてグラファイト様の組成・構造を有する CF に由来すると考えられる。次に、1 パルス目のプルームの時間分解発光スペクトルを Fig.3 に示す。遅延時間  $0.5\mu\text{s}$  では C I、C III、 $\text{C}_2$  Swan band、CN Violet band の輝線発光が検出できた。他方、遅延時間  $5\mu\text{s}$  ではブロード発光に変化し、発光強度も約 1 桁小さく、 $T\approx 3000\text{K}$  の黒体放射と見なせた。2 パルス以降では、輝線発光から黒体放射に移行する遅延時間が  $20\sim 30\mu\text{s}$  とかなり遅くなることがわかった。

Laser-irradiated region

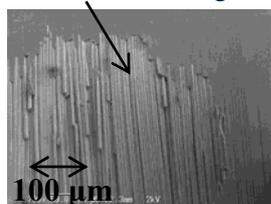


Fig.1: SEM Image of CFRP surface after one pulse irradiation ( $45^\circ$  inclined view).

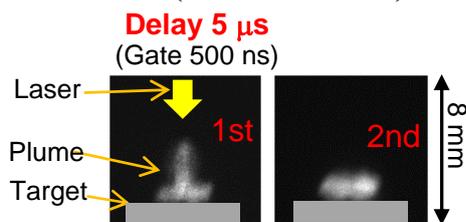


Fig.2: Time-resolved plume images of CFRP in air at 1st and 2nd pulse irradiation.

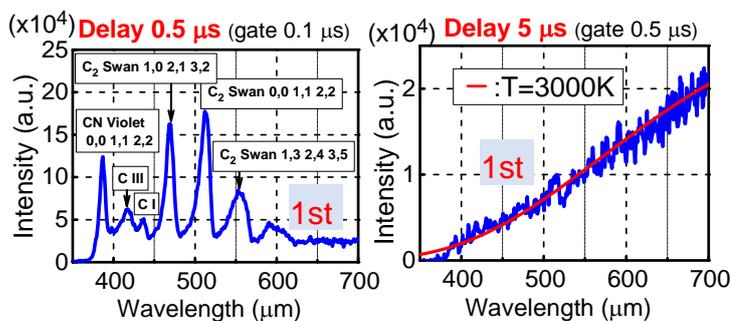


Fig.3: Time-resolved plume emission spectra of CFRP in air at 1st pulse irradiation.