

光通信局地上レーザ伝送におけるタワー振動と風の影響 - 衛星間光通信地上実証予備実験 -

田保則夫，國森裕生（情報通信研究機構）
木崎隆義（株式会社アストロリサーチ），岩切武徳（IMV株式会社）

The influence of winds and vibration of a tower on laser transmission between ground stations
- Preliminary test for optical inter-satellite communication ground verification test-
Norio Tabo, Hiroo Kunimori (National Institute of Information and Communications Technology (NiCT))
Takayoshi Kizaki (Astro-research Corporation), Takenori Iwakiri (IMV Corporation)

Keywords; optical inter-satellite communication, vibration, winds

Abstract

It is planned to conduct an optical inter-satellite communication ground verification test in next February. This test will be carried out by maintaining optical communication link between NiCT light communication center in Koganei-city and Tanashi tower in Nishitokyo-city, situated approximately 4km apart from each other. In this test, the optical communication equipment, which was manufactured experimentally for the future inter-satellite communication, will be placed on the rooftop of NiCT light communication center to demonstrate its function and performance. On the other hand, an opposite communication equipment will be placed on the deck at a height of 115m of Tanashi tower. This paper describes the influence of winds and vibration of a tower on acquisition and tracking control of optical communication equipment in laser transmission between ground stations.

1. はじめに

情報通信研究機構(NiCT) 本郷光衛星通信技術リサーチセンターでは，将来の光衛星間通信用に試作を行っている光通信実験装置を用いた屋外通信実験を来年2月に行う計画である。光通信実験装置をNiCT小金井本部にある宇宙光通信地上センターに設置し，また，その通信の相手方である光通信装置（「副局」と言う。）を約4km離れたスカイタワー西東京（通称：田無タワー，高さ195m）の高さ115mのデッキ上に設置し，これらの中で光通信回線を確立・保持し，光通信実験装置の捕捉追尾性能及び通信性能の地上実証を行う。

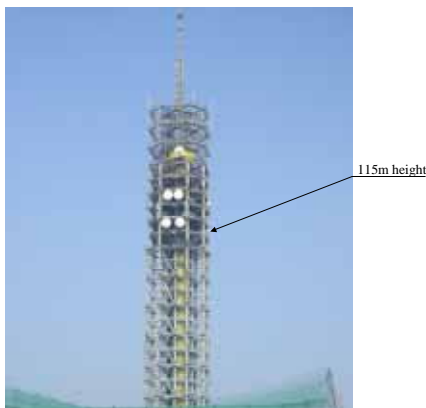


Fig.1 View of Tanashi Tower

タワーの振動が副局の捕捉追尾機能，特に精追尾機能に影響を及ぼすことが考えられることから，本年6月に田無タワーの地上高115mのデッキ上の風向・風速とタワーの振動を計測し，地上実証実験の計画に反映することとした。

2. 計測システムの概要

計測システムの構成を図2に示す。

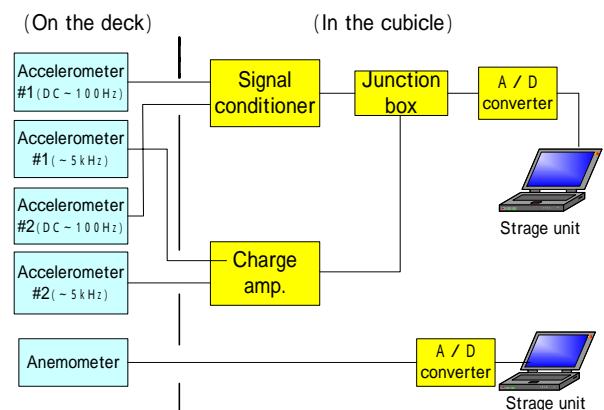


Fig.2 Block-diagram of wind and vibration measuring system

計測システムは，加速度計と信号処理装置，風向・風速計及びデータ保存用のPC等で構成する。

デッキ上への計測機材の配置を図3に示す。加速度計は，低周波域計測用と高周波域計測用を一組とし，2式をデッキ中央に対し90度の角度を持たせて配置し，それぞれのX軸を小金井方向に指向させた。また，風向・風速計は，タワーによる風の乱れの影響を避けるため，この季節の風向（東風が卓越）を考慮して設置した。さらに，信号処理装置，データ保存用PC等はキュービクル内に設置した。

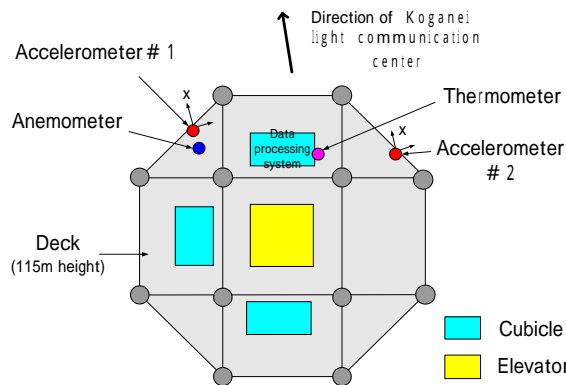


Fig.3 Layout of measuring equipment on the deck

3. データ解析と評価

計測は6月6日からの5日間に亘って実施した。

風向・風速の計測結果

風速の計測結果を図4に示す。この時期の風は、日中は強まり、早朝におさまるといったパターンを繰り返している。また、日中は東風が卓越しており、風速は4~6m/s(10分間平均)程度であった。

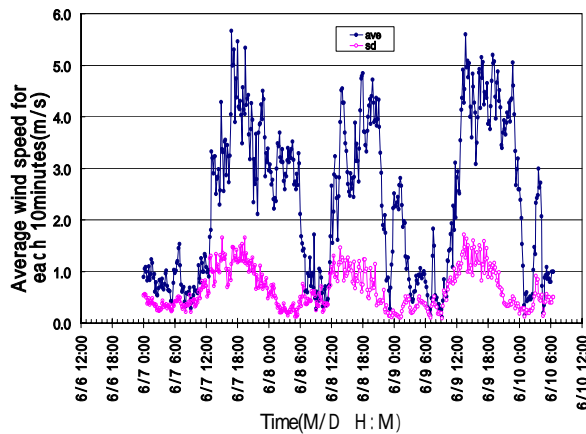


Fig.4 Average wind speed

タワーの揺れの解析

高層建築物の振動は、並進振動とねじれ振動の2種類の長周期振動が重畳されたものとなる。このことは、加速度データを2回積分して求めたX軸変位とY軸変位を同一平面上にプロットしたグラフ(図5: は経路順を示す)からも明らかである。

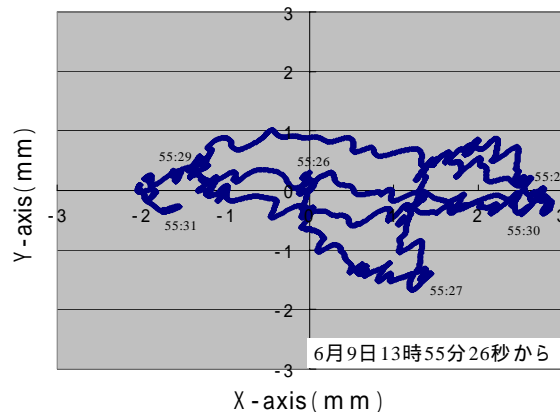


Fig.5 Displacement of vibration

これらの並進振動とねじれ振動が副局の捕捉追尾に与える影響の度合いを考察する。

並進振動を評価するために、種々の風速に対応する時間帯の加速度データを抽出(1分間分)し、2回積分することにより、タワーのX軸方向とY軸方向の揺れの大きさ(変位)を求めた。この結果、タワーの振動は、比較的風速が大きい(1分間平均で6.0m/s程度)時でも、変位はX軸(小金井方向)で5mmp-p程度、副局の指向に比較的大きな影響を及ぼすY軸(小金井方向と直交)でも4mmp-p程度であった。なお、揺れの周波数は、0.625Hzであった。

ねじれ振動については、2つの加速度計のデータから求めたX軸方向の揺れ(変位)の差から、指向方向のずれ、すなわち角度変位を求めた。この結果、6m/s(1分間平均)程度の風が吹いている時には、指向方向が約360 μ radp-pまで変化していることが確認された(図6)。また、この角度変位の上に、より高い周波数の角度変位が重畳していることも分り、この周波数は25~30Hz程度、角度変位は20~30 μ radp-p程度であった。

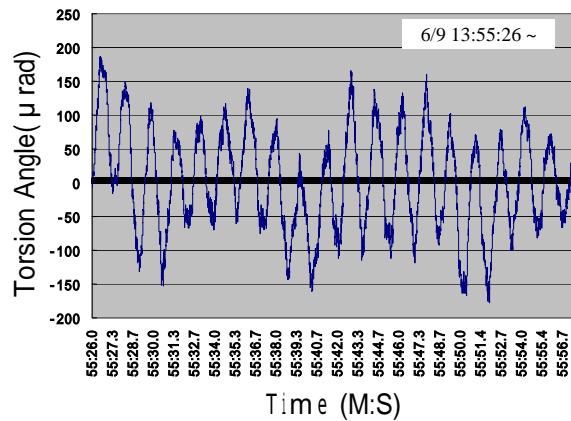


Fig.6 Torsion angle

上記の結果から、並進振動の変位は副局の精捕捉追尾能力に比べ、無視し得る程度に小さいと言える。一方、ねじれ振動による角度変位(360 μ radp-p)は、副局が精捕捉してしまえば、その後の追尾に影響はしないが、精追尾の引き込み可能範囲からはずれることも考えられるため、精捕捉を行うタイミングには注意が必要である。

4. おわりに

来年2月に予定している光通信実証実験の際の副局の捕捉追尾に影響を及ぼすと考えられる風とタワーの揺れを計測し、解析・評価した。その結果、6m/s程度の風であれば、副局の精追尾は十分可能であるが、精捕捉を行うタイミングには注意が必要であることが分った。特に地上実証実験を行う冬季は北風が卓越し、今回の計測時とは気象条件が異なることが予想されるため、事前に改めて風とタワーの揺れを計測し、解析・評価を行うことが必要である。