

Pi-SAR画像による建物側面部被害の定量的把握に関する研究

東北大学

東北大学大学院

東北大学災害科学国際研究所

学生会員 ○横田 賢一

学生会員 郷右近 英臣

正会員 越村 俊一

1. 序論

災害発生直後には、被害に関する情報を迅速かつ詳細に把握することが求められる。しかし、地震や津波などの災害の場合には、被害が同時多発的に極めて広範囲で発生し、また交通網や連絡手段が遮断される可能性もある。このような状況における情報収集手段として、航空機搭載型合成開口レーダ(Pi-SAR)画像の利用が挙げられる。

Pi-SAR画像はリモートセンシング技術の1つであり、航空機に搭載されたセンサからマイクロ波を照射し、その反射を観測することで地表面の情報を得ることができる。比較的長い波長を用いる能動型のセンサであることから、光学画像とは異なり昼夜天候を問わず情報を入手できるという利点を持つ。

神保ら(2014)は、Pi-SAR画像上の各建物の倒れ込み領域内の後方散乱特性を解析することで被害要素の1つである壁面被害有無の把握が可能であることを示した。しかし、被害の定量的な把握に関する検討は行われていない。そこで本研究では、Pi-SAR画像上の倒れ込み領域内の後方散乱特性の解析による壁面被害の定量的把握について検討を行った。

2. 使用データと対象領域

本研究では、2013年8月6日(JST)に仙台市若林区荒浜で撮影されたPi-SAR画像を用いる。観測は対象領域を四方から囲むような4つの飛行パスから行われた。観測のスラントレンジ分解能は0.3-1.0m、アジマス分解能は0.3m-0.6mである。また、Pi-SAR2はポラリメトリ機能を有しており、偏波情報の利用が可能である。また、2013年8月13日(JST)に現地調査を行い、対象領域にある建物について位置情報、高さを記録し、各壁面の写真を撮影した。これらの情報を用いて、壁面被害の定量的把握に関する検

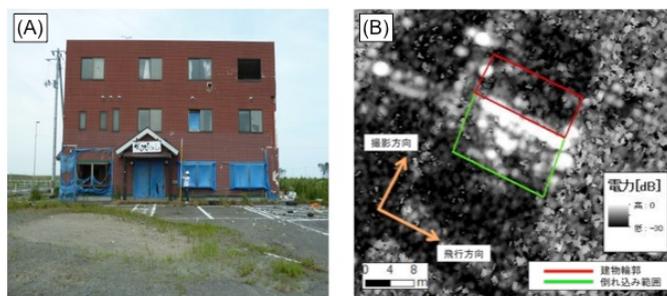


図-1 (A)被災家屋 (B)対応するSAR画像

討を行う。

3. 画像解析

a) 山口4成分分解法

本研究では、得られたSAR画像に対して山口4成分分解法(Yamguchiet al.(2006))を適用している。この分解法は、受信電力が表面散乱, 2回反射, 体積散乱, Helix散乱の4つの散乱メカニズムに基づくとして分解する手法である。これによって、散乱メカニズムに基づく解析が可能となる。

b) 倒れ込み範囲の作成

SARは上空より斜め下方に向けてマイクロ波を照射する。そのため、構造物があると観測波がセンサ方向に向かって倒れ込んで記録される(図-1(B))。倒れ込み長さ L はマイクロ波の入射角 θ と建物の高さ H を用いて式(1)で定義される。

$$L = H / \tan\theta \quad (1)$$

この倒れ込み領域には地面からの反射情報と構造物壁面からの情報が格納されている。したがって、この倒れ込み領域を解析することによって壁面の状態を把握することができる。神保ら(2014)は地面と建物による直角構造部分では2回反射が支配的であることから、倒れ込み領域内の全電力 P に対する2回反射成分 P_{Dbl} の占める割合 $Ratio$ を式(2)で定義し、壁面被害の有無を評価する指標とした。

$$Ratio = P_{Dbl} / P \quad (2)$$

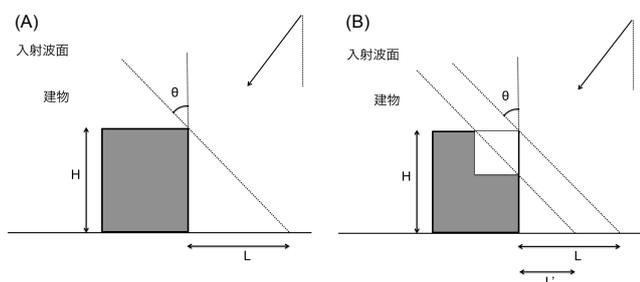


図-2 2階構造と倒れ込み領域の関係

本研究においては、この指標による建物側面部被害の定量的把握について検討する。

c) 2階構造を考慮した倒れ込み範囲の作成

上記で示した倒れ込み領域は、図-2(A)のように、入射角 θ と建物の高さ H から定義される倒れ込み長さ L によって作成される。しかし、図-2(B)に示すような2階部分が大きく凹んでいる壁面では、倒れ込み長さ L によって作成される倒れ込み領域と、実際の倒れ込み長さ L' による領域は異なっている。したがって、2階構造を考慮した倒れ込み領域を作成することによってより正確な分析が可能であると考えられる。また、2階建ての建物は、1階と2階の境界に直角構造を有すの対し、1階構造の建物はそのような構造を持たない。そのため、1階建ての建物の壁面計8枚を除いた解析も行った。

4. 壁面損傷率の算出

各壁面の被害を定量化するため、壁面損傷率(Damage Ratio)を式(3)で定義し、算出した。

$$\text{Damage Ratio} = \text{壁面の破損部面積} / \text{壁面の全面積} \quad (3)$$

ただし、壁面損傷率は、各壁面ごとに算出される。また、被害を受けていない開いている窓など、構造物に固有の開口部は破損部として計算しない。

5. 結果

図-3(a)は、各壁面の倒れ込み領域内の2回反射成分比と壁面損傷率の関係を示したものである。壁面損傷率の増加とともに2回反射成分比が減少する傾向が分かるが、分散が大きくこのままでは被害の定量的把握指標になりえない。しかし、ここから1階構造の建物を除いた解析の結果を示す図-3(b)を見ると、その傾向がよりはっきりする。また、2階構造を考慮して作成した倒れ込み領域を解析した結果を示す図-3(c)を見ると、相関がまた上がっており、壁面損傷率の増加とともに2回反射成分比が減少する傾向が確認できる。

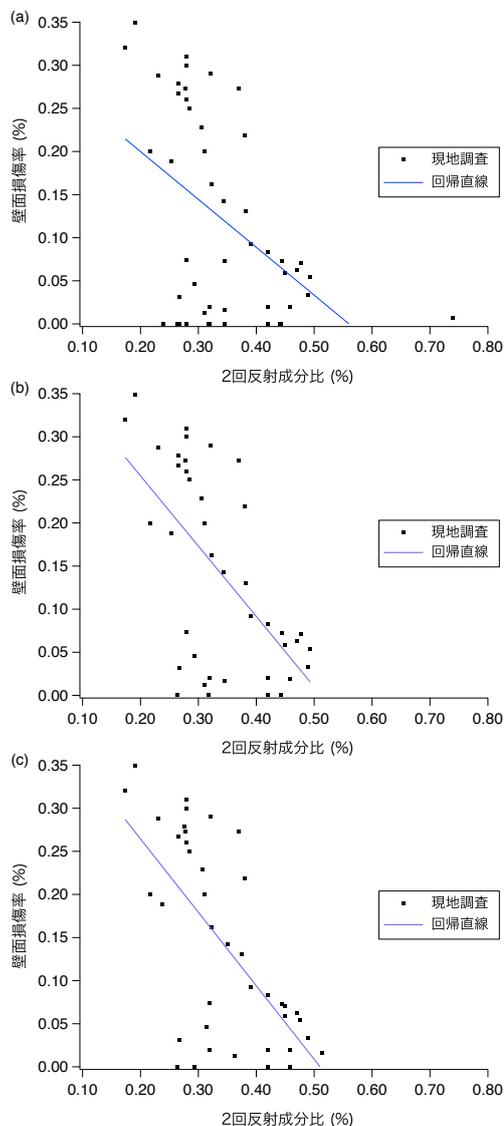


図-3 2回反射成分比と壁面損傷率の関係:(a)全壁面の結果、(b)1階建ての建物を除いた結果、(c)2階構造を考慮した倒れ込み領域の解析結果(1階建ての建物は除く)

6. 結論

本研究では、Pi-SAR画像を用いた建物側面部被害の定量的把握について検討を行った。その結果、壁面損傷率が大きくなるにつれて、2回反射成分比が小さくなる傾向を確認できた。また、建物の階層ごとに分類して被害把握を行うことで、より正確な把握を行えると分かった。また、2階部分の構造を考慮した倒れ込み領域を作成することによって、壁面の情報をより正確に知ることができると分かった。

参考文献

- 神保大(2014): Pi-SAR2画像の解析による建物側面被害の把握と瓦礫体積の推定, 卒業論文
- Y.Yamaguchi, Y.Yajima and H.Yamada(2006): A four-component decomposition of POLSAR images based on the coherency matrix, IEEE Geoscience Remote Sensing Letters, vol.3, no.3, pp.292-296