空中写真による地震災害調査

著者	高橋 博, 有賀 世治
雑誌名	防災科学技術総合研究報告
号	11
ページ	9-11
発行年	1966-03-31
URL	http://id.nii.ac.jp/1625/00002527/

防災科学技術総合研究報告　第11号　1966年3月

550.346：551.2：624.042.7（521.41）

空中写真による地震災害調査

高橋　博・有賀世治
国立防災科学技術センター

Photo Survey of the Damage Caused by the Niigata Earthquake

By H. Takahashi and T. Ariga
National Research Center for Disaster Prevention, Tokyo

Abstract

Thousands of aerial photographs of Niigata Earthquake have been taken by National Research Center for Disaster Prevention and others. On the aerial photographs, inclination of buildings can be accurately measured, and many other disastrous phenomena are recognized.

1. 空中写真の撮影

新潟地震による被害調査のため当所ならびに他機関によって，多量の空中写真が撮影された(表)[1]．過去において，わが国で地震被害の調査のために空中写真が撮影され，そして判読された例は福井地震（1948）とチリ地震津波(1960)においてあった．

今回は福井地震の際と比べて，この10余年間における空中写真撮影の普及と技術の進歩を反映し，撮影方法及び規模において著しい前進がみられた．すなわち，地震直後の状況が国際航空K.K.と防衛庁機によって行なわれたこと，また，調査目的に応じて，それぞれに適したフィルムと縮尺がえらばれたこと，撮影区域が新潟県から秋田県にまで及んだこと等があげられよう．通常の調査には普通写真(パンクロフィルム，広角)によって撮影したが，水に関係した調査――例，海岸隆起，堤防損傷，裂こ湧水――には赤外線フィルムを，様相の変化を把握したい場合――例，粟島の変化，タンク火災，田畑の変化――には天然色写真フィルムを利用した．また，建物の傾斜測定には，本邦で飛行機によりとりうる最大縮尺1/2,500で，かつ，建物脚部までみられるよう普通角撮影を試みた．結果は結論的には目標とした点については，何れもその目的を果しえた．すなわち，パンクロ写真は1/20,000以外は，ごくわずか傾いた建物などのわずかな例を除けば地震現象及び地震災害のほとんどを判読出来，地割れ等のように空中写真の方がはるかに詳細に観察できる例も解り，普通写真（パンクロ，広角）による調査のすぐれていることが確認された．[2][3][7]　赤外線フィルム写真の場合は，大河津分水付近の地割れ（湧水をともなう）や粟島の隆起した海岸線等をきわめて明りょうに撮影しえた．しかし，コントラストが非常に強いため，普通写真でよく判読しうる事象が不分明となることがめだつ場合もあった．カラーフィルムにおいては，自然に近い色調でえられるため，火災による諸現象，田畑の重油等による汚染や作物の変化等よく判読出来，判読分野におけるカラー写真の有効性の極めて高いことが知られた．空中写真撮影の問題点の一つは，地表調査の場合も同じであるが，災害発生とともに一刻も早く（1日ではない）撮影をする必要があることである．今回気象状況が悪く，一部の地域の撮影がかなりおくれた．そのため価値のやや下った写真がある．今日では，土木，運輸の機械化，機動化が著しく進んでいるため，災害発生とほとんど同時に復旧または除去等の作業が始まる．したがって，災害時の撮影（調査）は一刻も早く行なう必要があることは今回関係者によってロをそろえて述べられているところである．もう一つの問題は，撮影地域として山地災害の大きかった桑川と栃尾付近が脱落したことである．これは第1に新潟市のタンク火災，昭和大橋の落橋及びRC建物の傾動等があまりに目立ったため，一般に今回の地震の特色は都市災害であるとの認識を強くもちすぎ，山地関係者等による山地被害がやがて降雨期とともに大きな被害をもたらすとの予言が聞き入れられにくかったことと，第2に山地内部の被災状況が当初

表—1　新潟地震関係空中写真撮影状況

Conditions in detail of the aerial photographic survey in regard to the Niigata Earthquake.

実施機関	撮影地域	撮影年月日	種類	縮尺	枚数	撮影目的	備考
防災センター	新潟全県，秋田・山形海岸側	64.6.17～7.28	パンクロ	1/20,000	3,748	被害全般	（防衛庁機撮影）
	新潟市	64.6.27	〃	1/ 4,000	248	市内被害全般	（民間機撮影）
	〃	〃	カラー	1/10,000	46	〃	〃
	〃	64.6.22	パンクロ普通角	1/ 2,500	99	建物被害測定	〃
	大河津	64.6.27	赤外	1/10,000	39	堤防被害	〃
	阿賀野川	64.7.22～27	パンクロ	1/ 4,000	225	農地および堤防被害	〃
	〃	〃	〃	1/10,000	133	〃	〃
	村上鼠ヶ関	64.7.23	赤外	1/ 5,000	89	山地および地盤，建物被害	〃
	村上	64.7.21	カラー	1/10,000	34	〃	〃
	粟島	64.6.27	赤外	1/ 5,000	35	地盤変化	〃
	〃	64.7.21	カラー	1/10,000	25	〃	〃
	両津	64.6.27	赤外	1/ 8,000	42	海岸被害	〃
	酒田	64.7.23	赤外	1/5000,1/6,000	129	被害全般	〃
他機関	新潟市	64.6.16～17	パンクロ	不定	多数	防衛庁撮影低空による状況写真立体視不能	
	〃	64.6.16	〃	約1/ 2,000	〃	国際航空自主撮影	
	新潟市他各地	64.6.17	〃	1/10,000	117	〃　〃	
	〃　他各地	〃	〃	1/ 4,000	135	アジア航測　〃	
	〃　及阿賀野川	64.6.18	〃	1/22,000	18	〃　〃	
	〃	64.6.19	〃	1/10,000	136	国際航空　〃	
	信濃川，阿賀野川	64.6.22	〃	1/10,000	70	〃　〃	

全くわからず，具体的にも処置がとれなかったことによる．（１ヵ月後の豪雨によってはからずも，山地関係者の予言の通りとなったが）．

次に空中写真の利用状況をのべる．地震研究所，東北大学，早稲田大学，国土地理院，地質調査所，林業試験場，建築研究所等地球科学及び土木建築関係者によって今回撮影された空中写真は研究のため広く利用されている．その他に，新潟飛行場の復旧工事，建設省における山地災害の調査[4]等，事業に関連した基礎調査にも，活用され，また，国鉄や電々公社等の関係者によって今後の計画のため，空中写真の利用の可能性が検討される等かなり多数の機関の利用に供することが出来た．

空中写真による地震現象と災害の判読としては，国土地理院による調査[5][6]等とその他の小規模な例[7][8][9][10]があるが，ここでは当所における判読について概略をのべる．（詳細は別に発表する）

2.　建物の傾斜測定

市街地における今回の地震災害の特徴は，ＲＣ建物の傾斜と沈降である．傾斜の程度は，有名な県営アパートのように，ほとんど横転したものから1～2° のものまでさまざまであった．その実体を把握する方法の開発のため，前述した1/2,500 の普通角写真をもちいて，多数のＲＣ建物について傾斜と高さの測定を行なった．

測定は地震前の白新線の写真（1/30,000）の航空三角測量の成果を移し1/1,250の引伸し写真により行なった．建物は１つのすみから時計まわりに４隅①②③④（$X_1Y_1H_1$, $X_2Y_2H_2$, $X_3Y_3H_3$, $X_4Y_4H_4$）を測定した．それらから建物の各方向の傾斜 $\beta_1\beta_2$ を算出し

$$\text{最大傾斜角}\beta=\tan^{-1}\sqrt{\tan^2\beta_1+\tan^2\beta_2}$$

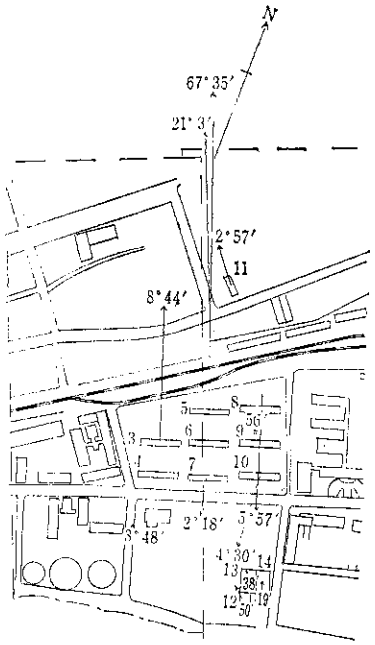
$$\text{同傾斜方向}\gamma=\tan^{-1}\left(\frac{\tan\beta_2}{\tan\beta_1}\right)$$

を算出した．なお，測定の前提として，①４つの隅点が矩形をなすものをえらび，②４点が地震前には同一平面上にあり，③地震によって単純な変位をおこし，たわみやよじれを起さなかったものと仮定した．したがって大きいか，構造の複雑な建物はいくつかの矩形に分割して測定した．また，たわみやよじれをおこしたと思われるものは除いた．河岸町アパートはじめ建物百数拾ブロック（矩形）についての測定結果を地震前の引伸し写真上に記入した．（図）結果は予想以上の精度で測定出来たと考えられる．

なお，建物の高さについては，地震前の精確な値が不明なことと，地震後の建物付近の地表の凹凸がはげしく，高さと測定値（地盤高を差引いた）との精確な対応づけが困難なため，建物の沈降量についての検討は進んでいない．今後の問題は建築の施工精度や施工資料との比較，地盤高の変化等との取扱い及び撮影上の重復度等についての検討であろう．

3.　地表変状の判読

前述の 1/2,500の写真により，国体競技場——昭和大橋取つけ道路付近の地表における変状の極めて詳しい判読（図化）を行なった．今回の地震の地割れは河や付近



図—1　建物の傾斜測定（河岸町アパート附近）
（矢印：最大傾斜方向，数字：最大傾斜）

Tilting measurement of buildings (near the Kawagishi-cho Apartment House).
(Arrow:direction of the maximum angle of tilting, figure:maximum angle of tilting).

の構造物等の方向と一致するといわれているが，地割れ隆起，陥没等地表踏査ではむしろ出来ない位詳しく測定でき，成果を 1/500にまとめ，この分野の調査における写真の有利さをも実証した．

また，アジア航測西尾研究室によって空中写真のみで新潟市一帯の被害をどこまで判読できるかを試みた．用いた写真は6月17日の空中調査の写真であるから，タンク火災の煙をさけつつとったもので，図化も判読のみを目的としたため，測量図としての精度はまったくもっていない．しかし，判読図としては満足すべきもので，浸水域，噴砂，地割れ等から津波で打ちあげられた船や焼失域など判読できるものをすべて表現した[11]．この場合も飛行場南方の地割れなどは詳細に読みとられ，通船川とそれらの方向群（fracture sets）との整合度合を定量的に検討しうる．

4. おわりに

今回地震災害の調査，研究に空中写真判読が極めて有効な手段であることが明らかとなった．したがって，今後はこれらの作業を迅速簡易に行なえれば，被災状況の全般の解析乃至把握をかなり早く行なえることが明らかとなった．

また，建物の傾斜測定の成果等から考えられることは，多種多様な対象と目的に対して空中写真から判読，測定する方法を見出すため，平常から地道な努力を重ねておくならば，災害時に極めて有益な調査が行なえるであろうということである．

最後に災害時における空中写真撮影にはとにかく迅速に撮影すること，目的に応じて効果的な撮影方法をえらぶこと，必要と思われる所，災害の発生した可能性のある所はもらさず撮影しておくこと等が必要なことである．

参考文献

1) 高橋　博：新潟地震災害調査における空由写真の利用．写真測量Vol. 4, p.103—114.
2) 馬籠　弘志：新潟地震と Photo Survey．写真測量，Vol. 4, p. 115—118.
3) 松野　久也：航空写真による地震災害調査の可能性と限界．写真測定，Vol. 4, p. 136—139.
4) 〃（1965）：新潟地震による崩壊亀裂調査報告．建設省新庄工事事務所．
5) 〃（1965）：新潟地震——被災状況と土地条件図．国土地理院．
6) 黒田　和男：新潟市周辺の表層地質．写真測量，Vol. 3（1964）p. 1—6, Vol. 4(1965) p. 140—146.
7) 武田裕幸，今村遼平（1964）：航空写真による新潟地震の災害調査．写真測量，Vol. 3, p. 120—121.
8) 西尾元充，渕本正隆（1964）：新潟地震災害の航空写真撮影と調査計画．写真測量，Vol. 3, p. 110—114.
9) 丸安隆和，西尾元充（1964）：航空写真による新潟地震の調査．生産技術，Vol. 16, p. 40—43.
10) 有賀　世治（1965）：空中写真による震害調査．新潟地震防災研究総合報告，p. 100—103.
11) 〃（1965）：航空写真による新潟地震災害判読図．国立防災科学技術センター．