

東日本大震災における某地区建物被害調査活動の分析, および構造設計者の果たすべき役割

STUDY OF THE SURVEY AT A CERTAIN DISTRICT IN SENDAI WHICH DAMAGED BY 2011 GREAT EAST JAPAN EARTHQUAKE, AND THE ROLE OF STRUCTURAL ENGINEERS

加藤 重信 (性能制御システム学分野)

Shigenobu KATO

Abstract:

This paper presents a study of the survey at a certain district which was damaged by 2011 Great East Japan earthquake. The investigated buildings have also suffered from previous damage due to the 1978 Miyagi Oki earthquake. First, an advanced survey method which considers both the quick inspection and Post-Earthquake damage assessment for early restoration was proposed, then this method was applied to this district. The results of survey showed that most of the damage was concentrated on nonstructural members. Secondary, a questionnaire survey to owner of damaged buildings was done to comprehend the effectiveness of the method and improve the method of survey.

Keywords : Private building, Quick inspection, Post-Earthquake damage assessment Nonstructural member, Structural engineer

民間建物, 応急危険度判定, 被災度区分判定, 非構造部材, 構造設計者

1. はじめに

東北地方太平洋沖地震で, 一般社団法人日本建築構造技術者協会 (略称 JSCA) 東北支部が平成 23 年 5 月に行なった仙台市某地区(図-1)の建物被害調査は, 今回の地震における民間の建物被害調査では数少ない大規模な調査である。よって, 本調査の過程と結果をまとめることは, 今回の地震被害を教訓とすることからも重要と考えた。

また, 同地区は 1978 年の宮城県沖地震のときも大きな被害を受けた地区でもあるが, 同地区の特徴としては

- ・ 限定された地域に建つ建物の調査である
- ・ 建物は低層建物が多く, 構造規模が似ている建物が多い
- ・ 建物年代がわかっている建物が多い
- ・ 当該地区の地盤構造の概略が把握できる
- ・ 当該地区内に強震計が設置されているので, 強震記録が捉えられており, 入力加速度等が判明している。(図-2)

などが掲げられる。

2. 研究の目的

①大地震が発生すれば二次災害防止だけではなく, 震災からの早期の復興復旧を目指すための建物被害調査も必須となる。そのときに今回の JSCA が実施した建物被害調査のプロセスを分析し蓄積しておくことは, 将来大きな地震が発生し, かつ今回と同様な調査が必要となったときに, スムーズにかつスピーディに初動を行い, また効率的な建物被害調査を行

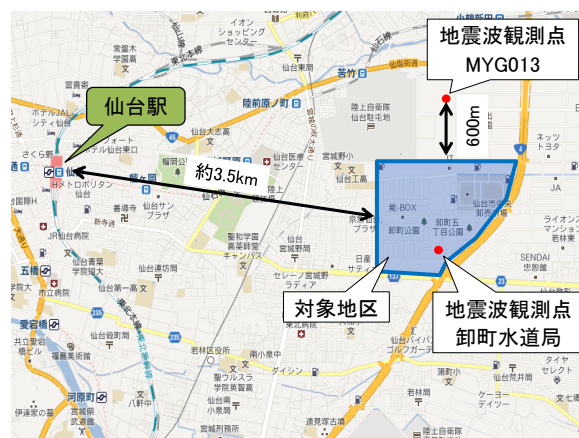


図-1 対象地区

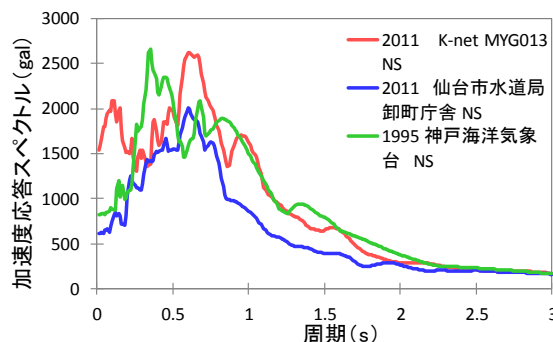


図-2 5%減衰加速度応答スペクトル

うための参考とすることができれば、有意義であると考えた。

②某地区建物の今後の地震動による災害の軽減を図る街づくりの参考となるようにする。

③今回の調査で構造設計者が果たした役割を考察し、大地震時における復旧復興を早めるための調査のありかた、および構造設計者の役割を提案する。

3. 調査概要及び、調査方法の提案

今回の建物被害調査は、仙台市某地区協同組合からの依頼である。その調査目的は、地震被害からなかなか復興できない某地区の復興を加速させることであつた。本調査は5月9日～19日に実施され、調査者は延べ人数130名のJSCA会員を中心とした構造設計者であり、調査対象建物は約375棟であつた。

図-3に提案判定手法のフローを示す。今回の建物被害調査では、応急危険度判定¹⁾同等の調査と同時に簡易的な被災度区分判定²⁾調査を行った。また通常の応急危険度判定は、余震による二次災害の防止を目的として地震発生直後に行われ、躯体部と落下物（仕上材）に関する判定を別々に行い、最終的に不利な判定を総合判定として表示する。

それに対し今回の建物被害調査では、躯体部の被害状況と仕上材の被災状況をそれぞれ個別に評価していることが、通常の応急危険度判定とは異なっている。

4. 調査結果の分析

4.1 躯体部と仕上材の罹災率

罹災率とは対象調査建物数の内、応急危険度判定が要注意、危険（黄・赤判定）の建物数の比率である。建物構造別の罹災率は、図-4に示すように、

RC 造建物	躯体部の罹災率	24.8%	(N=141)
	仕上材の罹災率	50.3%	
S 造建物	躯体部の罹災率	29.4%	(N=209)
	仕上材の罹災率	37.5%	

また、構造種別での躯体罹災率はほとんど変わらないにも関わらず、仕上材罹災率は、RC 造建物では2.03倍、S 造建物では1.27倍と仕上材罹災率が高い。特にRC 造建物について、それが顕著であるのがこの地区の特徴といえる。

4.2 建設年代による RC・S 造建物の仕上材の罹災率

図-5に年代別仕上材罹災率を示す。これを見るとRC 造建物・S 造建物ともに、建設年代が古いほど仕上材の罹災率が高くなることがわかる。特にRC 造建物ではその傾向が顕著である。RC 造建物では、建設年代不明の建物は、建設年代が71年以前の建物よりも7ポイント程度罹災率が高い。加えて罹災率の内訳をみれば、「危険」判定の割合も最も大きい。また、S 造建物における建設年代不明建物の罹災率はRC 造建物の場合ほど顕著ではない。

仕上材罹災率の大小は、建物の変位の大きさに追従できる性能を有している材料であるのか、仕上材とそれを支える下地材との緊結状況それにRC 造建物であれば躯体のひび割れに追従できるのか等の性能をその仕上材が保有しているかに加

えて、経年劣化の程度も、その大小に大きく関わることになる。

4.2.1 仕上材別の分析

図-6に各仕上材の使用比率を示す。RC 造では調査建物の殆どがモルタルタイル、S 造においても仕上材被害が多い1971年より前のものはラスシートモルタルが用いられている。図-7に示すようにモルタル系の仕上材は、調査対象中で最も被害率が高く、これにより仕上材での罹災率が上昇していると考えられる。

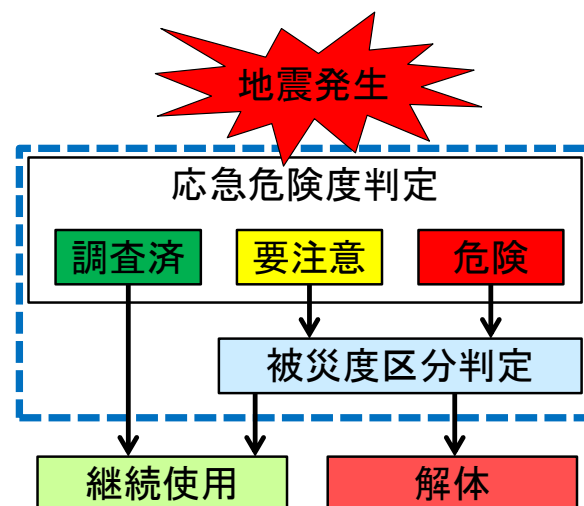


図-3 本提案による判定フロー

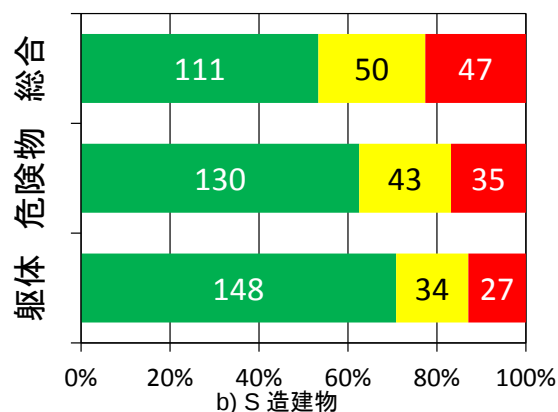
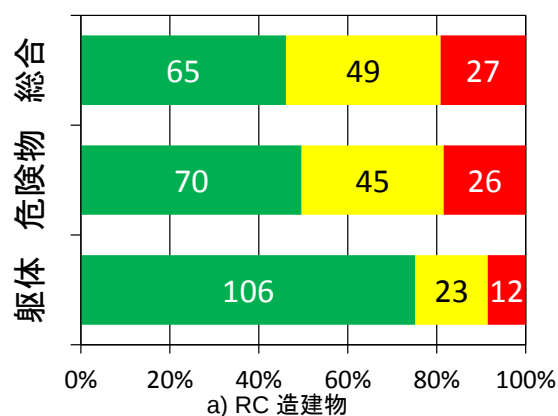


図-4 総合罹災率

a)RC 造建物のモルタル仕上げの被害

今回、当地区の鉄筋コンクリート造建物で最も採用率の高い仕上材であるタイル貼り、モルタル塗り仕上げの場合について、その障害発生理由の推測をしてみる。

建設年代が古くなるほど左官モルタルやタイル貼り仕上材の罹災率が高くなっている。

その推測原因として

- ・デファレンシャルムーブメント（相互ひずみ）。
- ・左官モルタル塗り仕上げ部やタイル貼り部の乾燥収縮等によるひび割れである。
- ・使用材料
- ・地震時のコンクリート躯体のひび割れ発生

などがあると考えられる。

b)S 造建物のラスシートモルタル仕上げの被害

今回地震における、鉄骨造建物のラスシートモルタル塗り仕上げ外壁の被害(図-8)は、図-9のようなラスシート部と鉄骨胴縁部の接合部の破断が原因となり、あたかも外壁がそのまま脱落したような被害となっているケースが多くあった。

その原因を考えると

- ・ラスシートモルタルの建物内部側の内部結露
- ・ラスシートモルタル外壁の部材としての固有振動数が共振した可能性
- ・S 造建物とラスシートモルタル塗り仕上材の変形性能の違い

などがある。また、

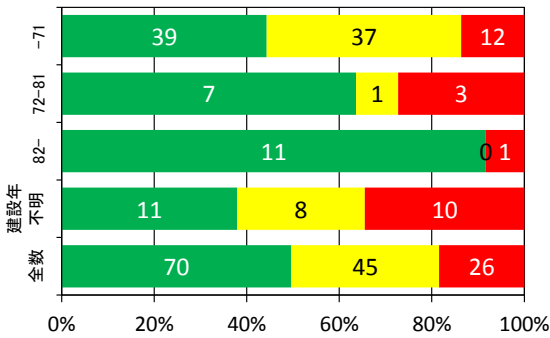
低層建物といえども内外装の材料や取付け部には必要な強度とともに変形能力を確保するように配慮しなければならない。しかし、低層鉄骨建物では、古くはその取り付け部や材料の選択が安易に行われていたようである。

これらの非構造部材が特に外装材であれば、それらの剥離や剥落が人命にとって極めて危険なこととなる。

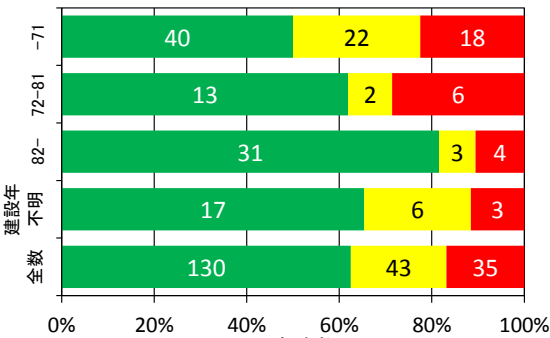
近年になるにつれて、それらの非構造部材の材料や取付け部が改良されたのに加えて、建物の変形量制限もあり、被害比率が大きく低下したと思われる。



図-8 ラスシートモルタル仕上被害

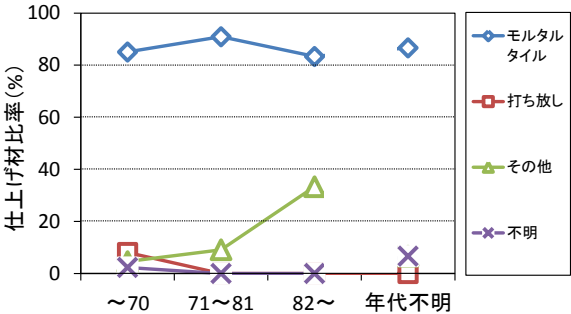


a) RC 造建物

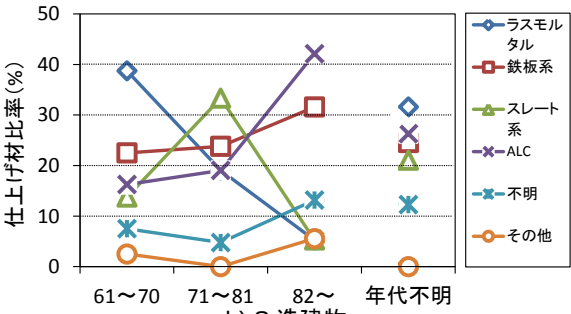


b) S 造建物

図-5 落下物年代別罹災率



a) RC 造建物



b) S 造建物

図-6 仕上材比率

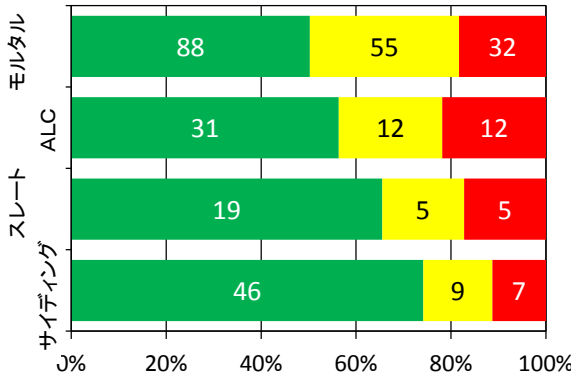


図-7 仕上材別罹災率

5. アンケート調査

提案した調査の、地区早期復興に対する有効性を確認するとともに調査方法の改善点を把握するため、地区建物所有者を対象にアンケート調査を行った。調査項目は Q1～8 の大設問からなり、総質問数は 24 項目ある。

図-10 を見ると、JSCA による建物被害調査については、地震からの早期の復旧復興に有効であったとの回答は約 60%であった。しかし、その比率は応急危険度判定時に比べれば 2 倍程度の倍率になるものの、調査目的が復旧復興であったことを考えれば、残念ながら満足度の低い調査であったと思われる。その原因はアンケートのコメント欄に表れており、調査時期が地震の 2 ヶ月後であったため、その実施時期が遅すぎたことが大きいと思われる。

つまり、復旧復興のための被害調査も応急危険度判定と同等のスピードが要求され、応急危険度判定とほぼ同時期に行わなければ効果が半減してしまうことになる。

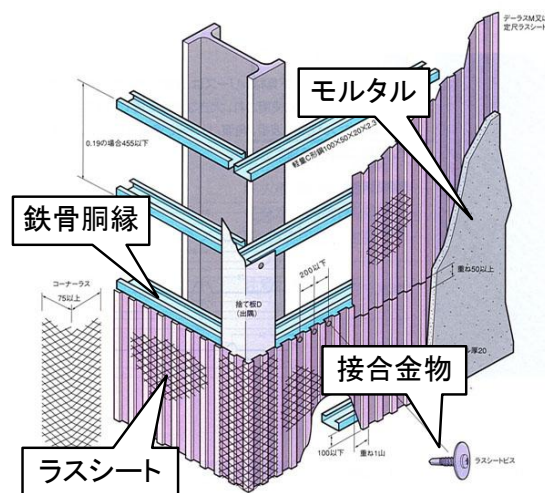


図-9 ラスシートモルタル仕上詳細

6. まとめ

①地震被害からの早期復旧復興を支援する建物被害調査として、従来の応急危険度判定と同時に、簡易的な被災度区分判定と構造的被害に対処するためのアドバイスを加えた調査を行うことを提案し実行した。

②今回の被害調査実施時期は地震発生 2 ヶ月後であったが、アンケートの結果からみて上記調査提案した調査は、地震発生後ただちに実施することが効果的である。

③躯体部よりも仕上材の方が罹災率が高いことがわかった。

④建物を事前に調査点検しておくことにより、地震時の罹災率を低減させ、かつ街の安全性を高めるとともに、地震後の早期復興にも貢献できる。それらの調査には構造設計者の知識が必要であり、それらを構造設計者が自覚し、システムとして提案、実践していくことが重要な役割であると考えられる。

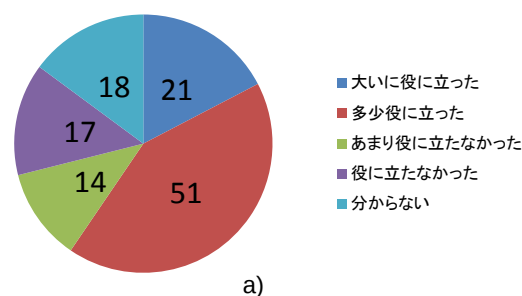
謝辞

本調査は、JSCA 主導のもとこな割れました。震災時の混乱の中、ご協力していただいた JSCA 会員の皆様に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) (財) 日本建築防災協会・全国被災建築物応急危険度判定協議会：被災建物応急危険度判定マニュアル，1998
- 2) (財) 日本建築防災協会：震災建物の被災独文判定基準及び復旧技術指針，2001

Q2-4 この調査は御社の早期使用・事業再開・改修計画に役立ちましたか。



Q2-5 調査終了後のアドバイスは役に立ちましたか。

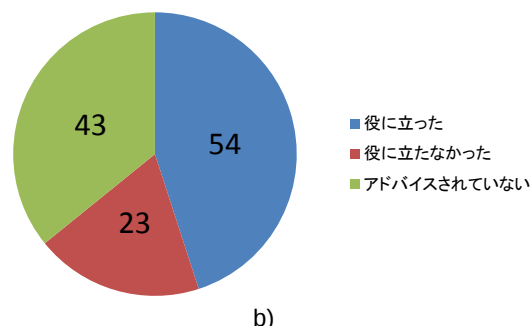


図-10 アンケート結果