

東日本大震災による学校建築の被害

壁谷澤 寿海 (東京大学地震研究所)

- ✓ 2011年東日本大震災
 - ◇ 震動被害の状況
 - ◇ 地震動レベル
- ✓ 学校建築の被害
 - ◇ 被害と原因
 - ◇ 耐震補強の効果
- ✓ 学校の構造計画 使用性の確保
 - ◇ 校舎: 桁行き方向の強度
 - ◇ 屋体: プレース剛性、一体性の確保

Kabeyasawa

1

東日本大震災における被害調査

壁谷澤 寿海 (東京大学地震研究所)

- ✓ 自己紹介
 - ◇ 福島市出身
 - ◇ 福島高校1972卒
 - ◇ 建築構造、耐震工学
- ✓ 現地調査
 - ◇ 3月12日 - 14日, 3月30 - 4月1日
 - ◇ 4月9日 - 13日, 19日 - 21日, 24日 - 27日
 - ◇ 5月7日 - 11日, 19日 - 22日, 30日 - 6月1日
 - ◇ 伊達、福島、川俣、本宮、郡山、須賀川、矢吹、鏡石、白河
 - ◇ 相馬、原町、南相馬、^K田村、小野、いわき

2

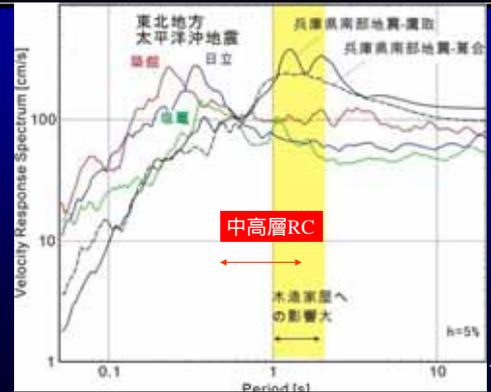
M9の地震でもOKだった: 建物の崩壊はもう問題にならない、といえるか

- ✓ 海洋型 (M9) と内陸直下型 (M7)
 - ✓ 海洋型: 継続時間大、短周期 - 長周期まで幅広い
 - ✓ 内陸型: 継続時間小、ある周期帯が増幅
 - ✓ 遠くの海洋型では建物はOKだった
- ✓ 建物の崩壊には内陸型地震の方が圧倒的に影響が大きい
 - ✓ 内陸型地震はエネルギー、影響範囲は小さいが、日本のどこかで、なら10年に一度は起こっている
 - ✓ 建物の崩壊の問題がなくなったわけではない

Kabeyasawa

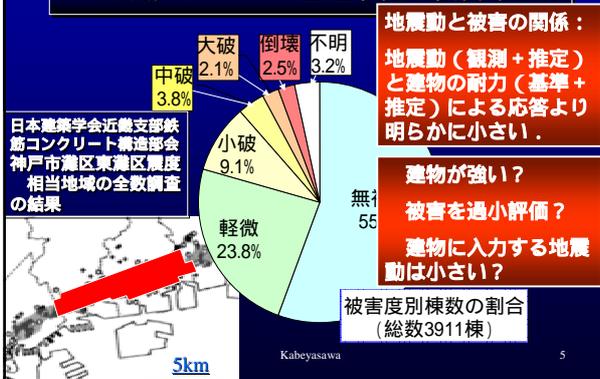
3

海洋型と内陸直下型



4

1995年兵庫県南部地震震度7地域全数調査による鉄筋コンクリート造建築物の被害率



Kabeyasawa

5

建物の被害は予測(計算)可能か?

- ✓ 地震の発生は予測(予知)できるか?
 - 将来の予測はできないが、過去の再現はできる。(ただし、500年-1000年周期)
- ✓ 地震を特定(想定)すれば、実建物の被害(被害率)は計算できるか?
 - 計算はできるが、結果にはばらつきがある。普通に計算すると被害率は実際よりかなり大きい。(仮定条件は過去の経験にもとづいて修正する)

Kabeyasawa

6

いまの基準による設計は？

- ✓ 実際の地震動はこれより大きい場合があるが結果OK。厳密な説明はできない。
- ✓ 今回巨大海洋型に対してもほぼOK、内陸型は阪神で結果OK
- ✓ したがって、いまの基準を満足していれば、建物は安全性は概ね確保される
- ✓ ただし、継続使用可能かどうかは保証できない
- ✓ また、内陸直下の第大地震は「想定外」か

Kabeyasawa

7

東日本大震災の地震動レベル(福島県)

- ✓ 地震動レベル M9、ただし、震源距離は200 - 400 km以上。
- ✓ 自由地表面でレベル2程度(極稀設計用レベル)ではあるが、過去の最大級ではない。実効入力レベル2より小さいかもしれない(とくにRC校舎)。
- ✓ 内陸直下地震では、これの2 - 3倍程度になる場合がある(1995兵庫県南部、1948福井地震、1891濃尾地震)。
- ✓ すなわち、今回被害(率、レベル)が小さい、からといって、将来も同様とは限らない。

Kabeyasawa

8

学校建築(校舎)の被害と要因

- ✓ 柱のせん断破壊 せん断補強筋不足
- ✓ 極短柱のせん断破壊 地震力の集中
- ✓ 特別教室の被害 大スパンと高軸力
- ✓ 下階壁抜け柱 高軸力
- ✓ RCとSの接合部(桁材定着部)
- ✓ 地盤、地形効果による地震動の増幅
- ✓ 杭の破壊、地盤変状
- ✓ 天井材の落下

Kabeyasawa

9

学校建築(屋体)の被害(2011.3.11, 福島県)

- ✓ 数は少ないが大破相当(柱脚ボルトの破断など)の被害もみられたが、多くは復旧可能な被害であった。
- ✓ プレースの破断による被害が数多くみられた(新耐震以降の建物も含まれる)。
- ✓ また、面外への変形による鉄骨梁定着部のコンクリートの崩落がみられた。
- ✓ 天井材や裏面非構造壁の落下がみられた。
- ✓ 床の不陸がみられた。
- ✓ 杭や基礎構造の被害がみられた。

Kabeyasawa

10

学校校舎の被害(2011.3.11, 福島県)

- ✓ 数は少ないが、倒壊、大破等深刻な被災レベルにより、改築が必要になる被害もみられた。
- ✓ 中破、小破の被害レベルにより、継続使用ができない校舎も散見された。
- ✓ 多くは1981年以前、とくに深刻な被害は1971年以前の建設、耐震補強が未了の建物である。
- ✓ 新耐震以降、補強建物は被害が軽微な被害にとどまったが、補強途中(年度別進行中)で、補強が未了の部分が被害を受けた建物がいくつかみられた。

Kabeyasawa

11

今後の学校建築の構造計画

- ✓ 校舎の構造計画 桁行き方向の耐震壁
- ✓ 体育館 使用性の確保、プレース耐力
- ✓ RCとSの接合部(桁材定着部) 応力算定法
- ✓ 天井材の落下防止 振れ止め
- ✓ 個別地盤の考慮 強震観測
- ✓ 基礎構造の破壊防止 地盤構造物系の解析
- ✓ 耐震補強 経済的な技術の開発
- ✓ 津波被害 津波避難施設としての設計

Kabeyasawa

12