

付 属 資 料

帰国報告資料

A. 10月6日の営建署との協議概要

- 1) 今次調査団は、台湾当局が被災地で行う建築物の第2次危険度評価業務の実施方法について、日本の経験を踏まえた指導助言を行うという当初目的に従い活動する。
- 2) 上記活動は、現在台湾側が実施している「補償のための調査」（日本における罹災証明にかかる調査に一部相当する模様）とは別に、純技術的な観点から行う。（上記の補償関連調査は、4日の台湾当局内ハイレベルの決定に従い、第2次評価業務を中断し実施されているもの）
- 3) 日本による助言・指導の波及効果をより一層高めるために、当初予定の被災地のみならず台北においても協議（説明会）を実施する。（ちなみに、営建署によれば危険度評価業務に関しては、140～150人程度の中核となる技術者及び1500人程度の研修済みの技術者を育成したが、今後、更なる人材育成が必要との由。）
- 4) 台湾側からは、応急復旧に関しても今次調査団から助言を得たいとの希望が出された。これについては、今般の準備の範囲内で適宜対応。（助言の主眼は当初予定どおり診断業務。）
- 5) 今次調査団による助言指導をもって、日本による今般の建築危険度判定に関する協力は、全体として所期の目的を果たすことになることと認識。（従って、第2次評価業務の再開に際して、台湾側から更なる協力要請は今回の協力の枠組みとしては行わない。）

B. 台湾側関係者への助言指導

- 1) 台中市関係者への助言指導は、台中市建築士協会において、載同市建築士協会鑑定委員会議長ほか同市内の建築士で今般の危険度判定作業にその中核として参画してきた、あるいは参画予定の者20名程度及び同市工務局職員若干名の参加を得て実施された。当方団長による危険度判定等にかかる日本の制度とその運用に関する紹介並びに田中及び杉本団員（ともに大阪府）から阪神大震災における活動の状況等をそれぞれ紹介した後、質疑を行ったが、台湾側からは、危険度評価基準の運用、補強、危険度判定と取り壊し措置や補償との関係など、現場の問題意識に根ざした質問が活発に行われた。当方からは、特に、応急危険度判定の問題と被災度区分判定の問題の峻別の必要性、あるいは、技術的対応可能性と経済性の峻別の必要性について強調して説明した
- 2) 南投県関係者への助言指導は、南投市内の南投県建築士協会関係者20名程度及び南投県建設局関係者若干名の参加を得て実施された。冒頭、加藤団員（建設省）並びに四宮及び因団員（ともに兵庫県）からそれぞれ上記1)と同様の説明を行い、更に活発な質疑、意見交換を行った。
- 3) 台中県関係者への助言指導は、豊原市内の省建築士協会台中市事務所において、同協会建築士で今般の危険度判定作業にその中核として参画してきた者44名及び同県工務局から若干名の参加を得て実施された。昨日と同様に、当方加藤団員による危険度判定等にかかる日本の制度とその運用に関する紹介並びに四宮及び因団員（ともに兵庫県）から阪神大震災における活動の状況等をそれぞれ紹介した後、質疑を行ったが、台湾側からは、危険度評価基準の運用、危険度判定や被害状況の判断などに加え、特に、復旧、補修あるいは補強の方法などについて技術的に突っ込んだ質疑が行われた。これに対して、当方から、阪神大震災の被災建造物の復旧に係る具体例を示すなどして説明したところ、先方は強い関心を示した。この際、被災建物の補強効果は耐震診断とセットで評価する必要があることを指摘しておいた。

(質疑応答の概要を別添1に示す。)

C. 台中市副市長表敬等

張副市長からは、冒頭、今般の日本の協力に対する謝辞表明があった後、さらに、危険度判定等にかかる現時点における状況に関し次のような説明あり。

- 1) 危険度判定作業と中央当局主導の補助金算定のための調査が被災者側において関連付けられてしまっているために、作業に混乱が生じている。(第一次調査で危険と判定した家屋は約4000件、そのうち一部について見直しを行ったところすでに100件以上の判定が覆っている。)
- 2) 中央当局は、一旦全壊及び半壊家屋に対しそれぞれ20万元及び10万元の補償金(見舞金に相当するものと理解)の支給の用意があると表明したが、現在これについて補償金の支給金額を6段階に変更するなど見直しを進めている模様。他方、被災者からは早急な支給を望む声が高まっている。(これに関し、副市長からは日本の「補償」関連システムについて照会があったが、調査団からは一般的な情報提供に留めおいた。)

D. 10月9日営建署との意見交換

議題1:耐震判定基準評価指標 I_{50} のレベルは妥当か? どれくらいの地震入力を考えていることになるのか? 日本の地域係数は?

答え:0.6を目標としている。兵庫県南部地震でその値の妥当性(中破程度)は確認されている。 $I_{50}=0.6$ は、現行基準のレベルを満足する判定指標である。

日本の現行基準では、標準ベースシア係数として1.0を要求している。構造種別、構造形式、変形能力により低減する係数を用意している。最も変形能力を有するRC造で結果的に要求されるベースシア係数は0.3である。これと、台湾でもっとも変形できるRC造の場合に要求されるベースシア係数と比較することにより、想定地震入力の大さを推定していただきたい。日本の地震活動度を示す係数(地域係数)は1.0から0.8である(沖縄は特別に0.7)。

議題2:地震で被害を受けた建物の取り扱い?

答え:建築物の所有者の判断に任されている。ただし、危険と判定された建物で公共の安全性を脅かすと認められる建築物は、当局が決めた期間内に補強もしくは撤去しなければならない。応急危険度判定は、行政サービスとして行っているものである。

議題3:基準を満たしていない建築物の取り扱い?

答え:既存不適格建築物に対しては、耐震改修促進法を制定して、補強を進める施策を行っている。その方法は、低利の融資、規制の緩和などである。

問3-1:建築士の責任は?

答え:設計・施工引渡しまでが、設計者・施工者の責任であり、引き渡し後は、維持管理を含め建物所有者の責任である。既存不適格に対しては、補強の促進を国が誘導する施策を施している。補強の責任は所有者にある。

議題4:建築物の補強を行うにあたり、設計士、国〔行政〕の役割は?

答え:設計士は、耐震診断、補強計画、設計、施工の監理を行う。国は、補強を進めるための施策〔耐震改修促進法〕を行う。補強の効果は、第三者〔学識経験者など〕によりその妥当性は評価される。

議題5:観測地動加速度と基準で定める最低限の規定と倒壊建築物の関係は?日本政府は天災区を指定したか?

答え:加速度が地震入力の大さをあらわす唯一の指標ではない。発生した地震と基準で要求する強度、変形能の関係は、観測記録、被災した建築物の性能、倒壊しなかった建築物

の性能と観測記録の加速度、変位、速度、エネルギーなどの比較検討を通して、総合的に判断されるものである。現行の日本の耐震規定は、おおむね妥当であったとの報告が、震災後に組織された、震災検討委員会から出されている。復旧の必要性優先度が高い地区（激震災害区）の指定はなされた。

議題6：傾いた建物の撤去、補修・補強、そのまま、の判断基準は？

答え：応急危険度判定で、危険と判定する傾斜は2度（1/30）である。撤去、補修・補強の判断は所有者が行う。

議題7：建築危険度判定に関する今後の改善に向けての提言

- 1 判定システムの明確化
 - (1) 危険度の判定及び補強の要否の問題と経済的な補償等の問題の峻別
- 2 判定精度・信頼性の向上
 - (1) 判定に関する人材育成
 - (2) 阪神大震災の経験の活用
- 3 被災地からの教訓の活用
 - (1) 品質管理と規則の遵守（特に配筋詳細）
 - ・コンクリート、鉄筋の品質管理
 - ・配筋詳細：鉄筋間隔、閉鎖型帯筋、継手位置、定着長さ、接合部のフープなど
 - (2) 構造師・エンジニアによる構造設計・管理機能の強化
 - ・制度の実効性の確保
 - (3) 角地建造物の被災原因の究明と対策（アーケードタイプを含む）
 - ・ねじれ、高軸力（付加軸力、2方向地震力）に対する対策
 - (4) 埋立地に建つ建築物の対策
- 4 的確な補強、補修
 - (1) 危険建造物（赤紙対象）と撤去建造物の区別の徹底
 - (2) 日本の補修・補強マニュアル等の活用
 - (3) 補強効果の評価に対する耐震診断の活用

E. 現地視察結果（写真は別添2参照）

- 1) 台中市内では、南部の埋め立て地帯における被災集合住宅、北部の最大4m程度の断層等により崩壊した家屋、小学校（軍功小学校）等の状況を把握。南部の被災集合住宅（徳昌マンションという名の住宅。約500世帯、15、6階建て）では、大破した一階部分の梁下に組み入れた石油缶が散見された。（当該石油缶の影響については、当局の調査でも結論を得ていない。）これらの家屋等は概して非常に強いダメージ（特に1階部分の支柱の座屈など）を受けているが、他方、南部では埋立地、構造上不利な角地に建つ家屋、また、北部では断層付近の家屋に被害が限定されている。
- 2) 台中市から北約30kmに位置する台中県豊原（フォンユワン）市では、昨日台中市内で見られた高さ最大5mに達する断層と同規模の断層が見られた。断層上に建つ4階建てマンションは、地盤が隆起し基礎部から傾いているが、構造体自体にはさほどの被害を受けていない例もある。また、市内ではRC造の高層マンションの被害現場を数ヶ所視察した。同市近郊の東勢（トンシー）では、平屋家屋等の小規模家屋の倒壊が多く見られたが、最も被害の激しかった地区を含め、現在倒壊家屋の撤去作業が進められており車両の進入ができない状況であった。
- 3) 南投県では西部の名間（ピンチェン）、集集（チーチー）、中寮（チュンリャオ）の三箇所及び南投市を中心に視察し状況を把握。特に中寮の損壊状況は深刻であり、区画内の家屋が殆ど全壊しているところがあるなど、被害の面的な広がりがある。損壊建造物の状況からは、鉄筋数のバラツキが見られ、また、台中市内被災集合家屋と同様に、支柱の座屈や梁下への石油缶の

組み込みなどが散見された。

- 4) 台中市から南西約70kmの南投県埔里（プーリー）では、大震災の翌日の余震により倒壊した埔里大飯店などを視察したが、同地区8万人の住民のうち、3階建て以上の中高層家屋に居住していた人の多くが余震による家屋の倒壊等を恐れ、また、震災のショックなどから、夜間は屋外の仮設テント等で寝泊りを余儀なくされている。同地区内の全国でも最大規模の紹興酒工場に関しては、震災の激烈さを記憶に留めるために激しく損壊した工場の一部を保存する計画が検討されているという情報もあった。また、同地区近郊の九九峰においては、今般の地震により急峻な斜面を被覆していた樹木が、概ね数十haにわたって滑落し砂礫質の地肌をあらわにしていた。
- 5) 台中市の南部近郊の霧峯（ウーフォン）では、高さ最大3m程度の断層が光復国民小学校の運動場を横断するなど、各所に断層が見られた。

F. その他

- 1) 派遣チームが現地入りしたのは地震発生から2週間後で、被災地も一応の落ち着きを取り戻した後であり、緊迫した雰囲気は感じられなかった。被害のひどい地域が離れて点在しているのが特徴で、面的に繋がっていないのが阪神大震災の時との違いである。断層が隆起した付近の被害は甚大であるが、少し離れると地割れもなく道路も殆どダメージを受けていない状態で、地震発生直後から救援活動、物資輸送がスムーズに行われたようである。
- 2) 日本の緊急援助隊に隊する台湾国民の反応は、友好的であった。団員が台北市内の眼鏡店で眼鏡の修理を行ったが、先方は当該団員が着用していたジャケットにより、地震災害関係の国際協力のために日本から訪台していることを知り、それを理由に修理代を受け取らなかった。
- 3) 今般の地震により倒壊した建築物の設計・施工管理に関わった建築家のうち本日までに69名が台湾当局により起訴されている（国立雲林科技大学、江副教授）との情報あり。
- 4) 台中市視察及び同市関係者との協議においては、現地テレビ局（群健テレビ）による取材あり。今般調査団派遣の目的等について質問があったが、これに対しては勅使川原団長より適宜回答。さらに、建物被害の原因について具体的意見を求められたが、これに対しては調査団派遣の目的等に鑑み極一般的な回答に留めおいた。さらに南投県視察時においても、地元新聞社から簡単な取材あり。
- 5) 南投県においては、訪台中の米国カリフォルニア州華人建築家協会員が被災状況視察視察に同行し、危険度判定講習会にもオブザーバとして参加した。
- 6) 台中市庁舎前では、被災した賃貸住宅居住者が公的補償等を求め、また、建築業者及び家主等に対する抗議行動を行っていた。
- 7) 台中市副市長によれば、同市内では123の仮設住宅を建設中であるが、現時点で入居希望はわずかに5世帯にとどまっている。（同住宅入居には年間1万円の入居料をとりあえず設定しているが、入居を希望しない他の殆どの被災者は、これを家屋の補修に当てる模様。）
- 8) 今般の視察に同行した南投県計画局関係者によれば、角地に建つ建造物の倒壊が多く見られたことに関連し、南投県においては、同県独自に、角地において2階以上が公道にせり出す現行のアーケードの建築方式を見直す作業を進めているとのことであった。
- 9) 被災者から建築業者等に対する譴責の声が絶えない状況において、現地新聞（8日付け自由時報）によれば、先般、建築業者による協会が、中央当局に対し、天災と人災の区別を明確にしたうえで、天災部分に対しては政府による救済措置を、人災に対しては、民事的措置により対応すべく、政府は適切な対応を早急にとるべきである旨申し入れを行ったとのことであった。社会司と営建署の2つの部署が2つの判断基準（前者は、全壊、半壊、後者は、赤、黄、緑に区分）で、判定業務を行っているが、これについては整理する必要がある。

別添1 質疑応答内容の概略

- 1 公共建物の判定はどこが行ったのか？ 民間建物は？
回答：県や市の建物は、自治体が行った。民間建物のうち共同住宅については自治体が行った。
その他の民間建物は、建物所有者の求めに応じて、建築士協会等が協力して行った。
- 2 設計震度のレベル強、中、弱はあるか？（地域係数のこと？）
回答：日本の地域係数について説明。
- 3 復旧の判断はどの様に行うか？
回答：原則的には、被災度判定基準及び復旧技術指針等を使って行う。最終的に復旧工事を行うかどうかは、建築士等の意見を聞きながら、費用の問題も含めて建物所有者が判断することになる。
- 4 損傷度Vの柱は、補修できるのか？
回答：損傷の状態によるが、可能である。ただし、落階しているような場合は無理。
建物全体としての補強も必要になるので、耐震診断を行って必要な補強を行う。
- 5 今回の地震は想定を越える非常に大きなものだったが、設計者の責任問題は？
阪神大震災ではどうだったか？
回答：阪神大震災後に責任を問われた設計者は、ほとんどいないと聞いている。被害の原因は、設計によるものばかりでなく、施工やその他の要因など複雑に関係しているので単純には決めつけられない。
- 6 日本では耐震診断、補強法に関する講習会は開かれているのか？ 補強した建物に対する設計者の責任は？
回答：行っている。危険度判定とは別に被災度区分判定、耐震診断、補強設計などを行う。診断結果や補強法について、現在は学識経験者等で構成される評価委員会の評価を受けている。
- 7 補修・補強した建物と新築の建物の性能は？
回答：現行基準で要求される性能を持つように補強する。性能は新築と同等なる。
- 8 建て直すということか？
回答：そうではない。壁やブレースの追加で耐力を大きくする方法などがある。
- 9 壊れた建物を補修・補強するのは仕方がないが、同じような建物で壊れなかったものも補強しなければならぬとすると、不公平ではないか？
回答：強制規則ではない。最終的には、ビルの持ち主の判断で補強を行えばよい。
- 10 危険度判定と補助金との関係は？ 何人で行うのか？
回答：日本では全く別に行う。危険度判定は2人1組のチームで行う。
- 11 建て替える場合、元の建物の設計基準で行うのか？
回答：現行の基準に従って新しく設計する。
- 12 被災した地域の建築制限は？
回答：阪神・淡路大震災では、必要な区域について建築制限を行った。
- 13 危険度判定時、靱性のある壁と脆性的な壁の判断方法は？
回答：判断は難しい。基礎的知識として頭に入れておくのが良いという意味。
- 14 例えば、4階建ての建物の1階だけがつぶれて3階以上がそのまま建っている（載っている）ような場合、補修してそのまま使えるか？
回答：問題あり。日本では、そのような例はない。
- 15 日本では生コンの管理はどの様に行っているか？
回答：日本の実状について説明
*質問者からのコメント：台湾では、生コンの管理が実質的にほとんど行われていない。誰で

も自由に生コン工場を始めることができる（行政の管理はない）。出荷する生コンについても、強度などに関する伝表を付けるが、施工現場ではそれを根拠に自主管理は行っていない模様（実質的に全く管理されていない）。質問者は、コンクリートの質の悪さが今回の地震被害を大きくした原因ではないかと考えている。

- 16 二次部材にひび割れがあるような場合、構造部材にも被害があるのではないかと？ また、住民が不安を感じているがどう説明するか？

回答：構造部材についても正確に調査を行う。その結果、問題がなければ診断の結果を住民によく説明して理解してもらう。

- 17 組積造（アドベ）にひび割れが入ったものがあるが（縦方向のひび割れ）、安全かどうか？

回答：ひび割れの程度によるが、そのような構造では鉄筋が入っていないと考えられるので、余震によってひび割れが拡大し、危険になる可能性が高いと思われる。

- 18 地震が起きる3日前にコンクリートを打設した工事中の建物があるが、問題ないか？

回答：被害の状況による。建設中の建物を良く調査して、軽微な被害なら建設続行、使用も可能だろう。

※調査団から質問：台湾での型枠の存置期間は、一般的にどのくらいか？

柱：3～4日、スラブ：2週間、梁下：3週間

- 19 建物の危険度を判断する場合の部材（柱）の調査本数は？

回答：調査は最も被害の大きな階、方向について行えばよい。調査する柱の本数は50%以上必要である。特に安全とする判断をする場合。

- 20 先程の3日前に打設したコンクリートの強度の確認方法は？また、付着についてはどのように調べるのか？

回答：コアコンクリートを抜いて強度試験をするのが望ましい。簡易的な方法として、シュミットハンマーテストもある。付着強度は、圧縮強度と関係付けて評価することが出来る？

- 21 傾斜や沈下した建物があるが、液状化によるのではないかとと思われるが判断方法は？

台湾では基礎に玉石を引くことが多いがどうか？

回答：噴砂の跡があるかどうかで判断できる。

参加者のコメント：霧峯（ウーフォン）で液状化の跡が見られる。沈下した建物もある。

- 22 復旧工事を行う場合、配管工事が占める比率はどの程度か？（柱の中に排水管を埋め込むことを言っている模様）

回答：回答せず。

- 23 1階柱頭に損傷度Vのダメージを受け、上層が少し傾いている建物（15階建て）があるが直せるだろうか？

回答：技術的にはジャッキアップして補修・補強することもあり得ると考えられる。神戸では、美術館をジャッキアップして復旧工事をした例もある。

- 24 阪神大震災の後、建築家の責任が問われたのか？

回答：公共の建物では、そのような例はない。民一民の場合には、訴訟問題になった例もあるようである。

※参加者のコメント：17年前に設計した建物について裁判所から尋問を受けた。

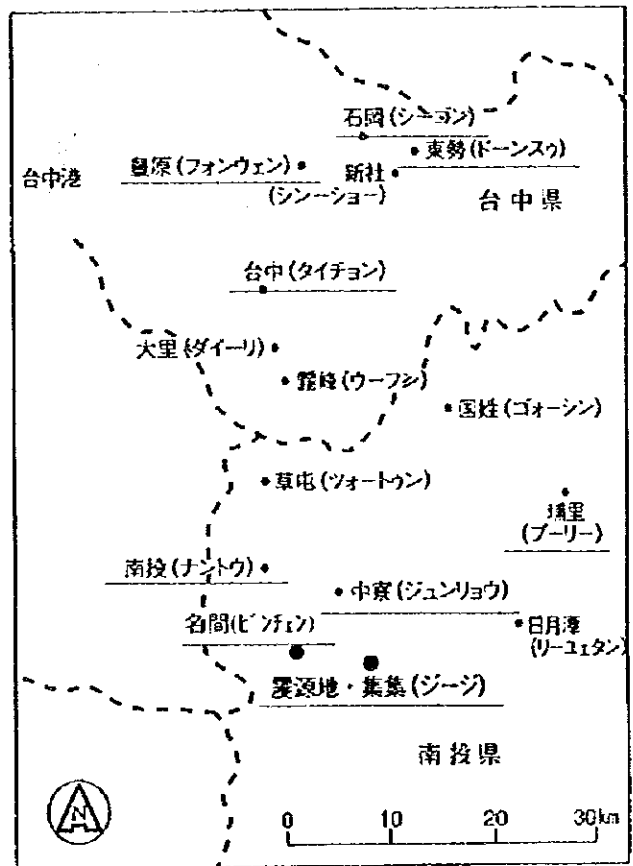
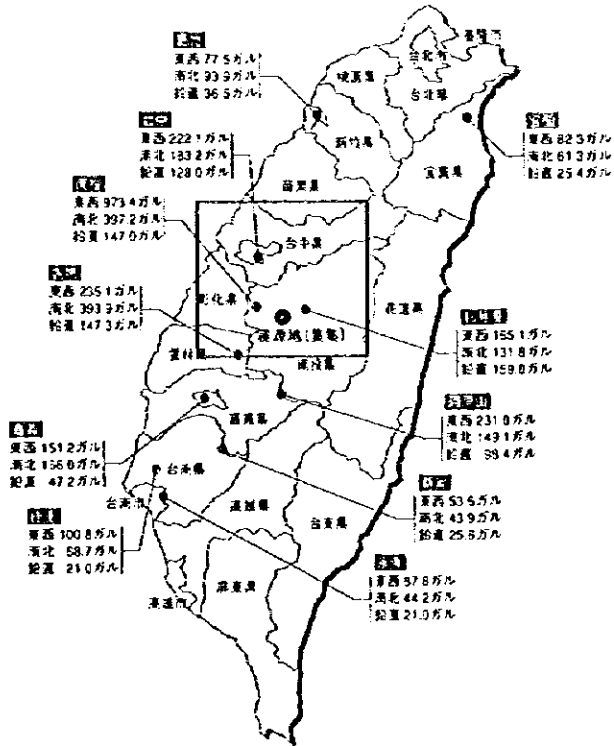
- 25 台湾での確認申請の状況について、調査団から質問。

回答：台中では高さ50m以上の建物については、構造についても審査がある。50m以下の場合には、審査は行われていない。台北ではもっと低い建物でも構造審査が行われている。

別添2 被害状況写真

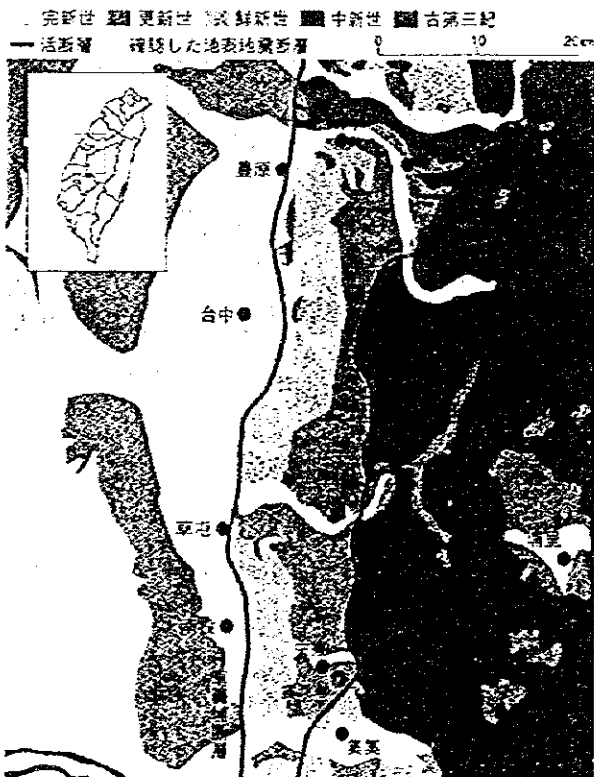
台湾集集地震被害地域

●各地の地震動の最大加速度(国家地震工研研究所の資料をもとに算定値を示す)



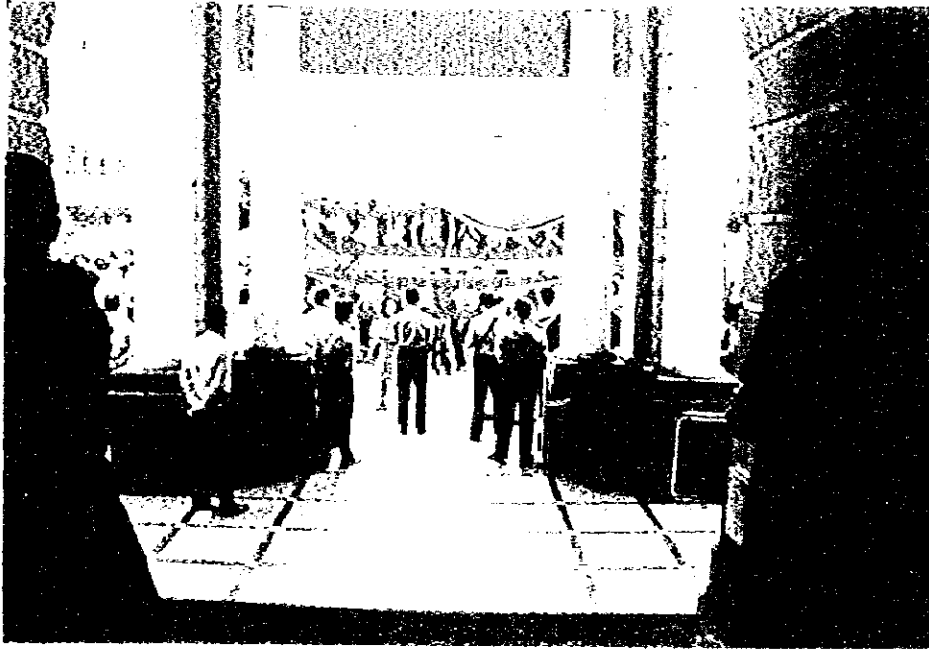
●断層位置と地質

(資料: 応用地質)



下線: 第二次派遣隊の視察被災地

No.	ネガ	フィルム	時間	場所	メモ
1	1	1	9:00	台中市庁舎	補償金の要求デモ
2	1	3		徳島マンション	16階建て。桁行き方向は1スパンごとに雁行している
3	1	5		徳島マンション	1階部分が崩れている。内側に移動している
4	1	6		徳島マンション	駐車場入り口横の柱。せん断補強筋が見当たらない
5	1	7		徳島マンション	鉄筋破断跡。くびれがない。
6	1	15		徳島マンション	梁ふかし部分の石油カン。隅柱の破壊
7	1	18		徳島マンション	梁主筋は、石油カンの内側にありせん断補強筋に囲まれている
8	1	19		徳島マンション	地下駐車場。小梁に車が押しつぶされている
9	1	20		徳島マンション	この小梁で、柱を支えていたのではないかと
10	1	28		天下一家ビル	柱脚コンクリートの剥落。フープの破断が見られる
11	1	32		中興ビル	樓の文字が3階梁にあったとのこと
12	2	1	12:50	大抗風景区	断層が作った滝
13	2	5		同上	断層が作った滝
14	2	7		同上	断層上の被害は少ない
15	2	22	9:00	南投競技場	災害対策本部。補助金のしくみ
16	2	23		同上	RCの亀裂毀損は半壊とある。
17	2	33		ブーリー市内	角地建築物の被害
18	2	34		ブーリー市内	角地建築物の隅には通常隅柱がない
19	2	36		ブーリー市内	同様の建築物の明暗
20	3	17	12:24	沼興酒工場	製造工場1棟が崩壊
21	3	18		同上	主筋継ぎ手がばらばらになっている。
22	3	19		同上	継ぎ手部分の鉄筋間隔がない。
23	3	20		同上	1階が崩壊した建築物
24	3	22		同上	倒壊を免れた建築物
25	3	29		ブーリー市内	運動場を横切った断層



1 台中市庁舎 補償金の要求デモ



2 徳昌マンション 16階建て。桁行き方向は1スパンごとに雁行している



3 徳昌マンション 1階部分が崩れている。内側に移動している



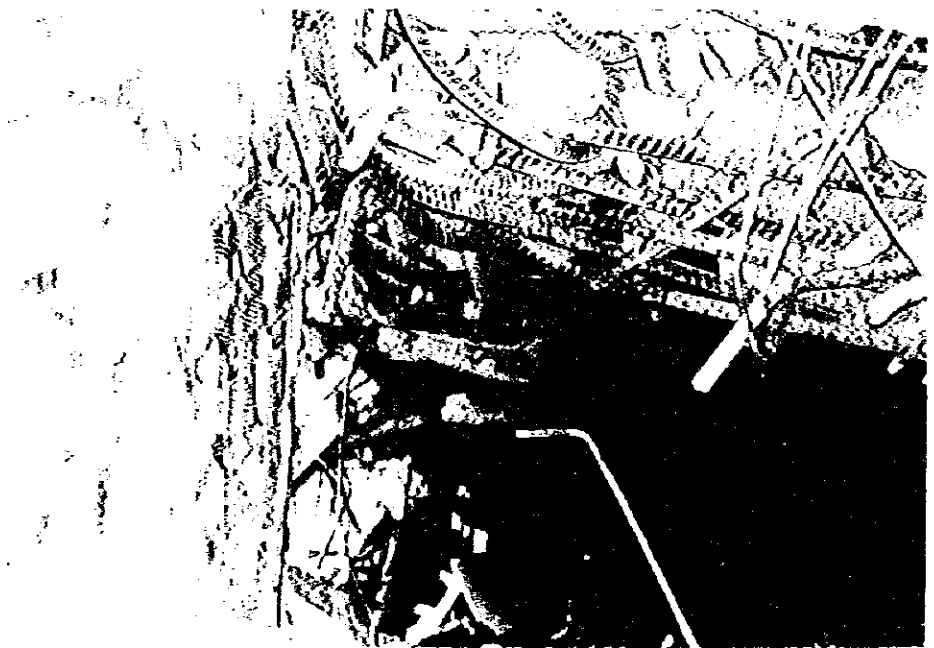
4 徳昌マンション 駐車場入り口横の柱。せん断補強筋が見当たらない



5 徳昌マンション 鉄筋破断跡。くびれがない。



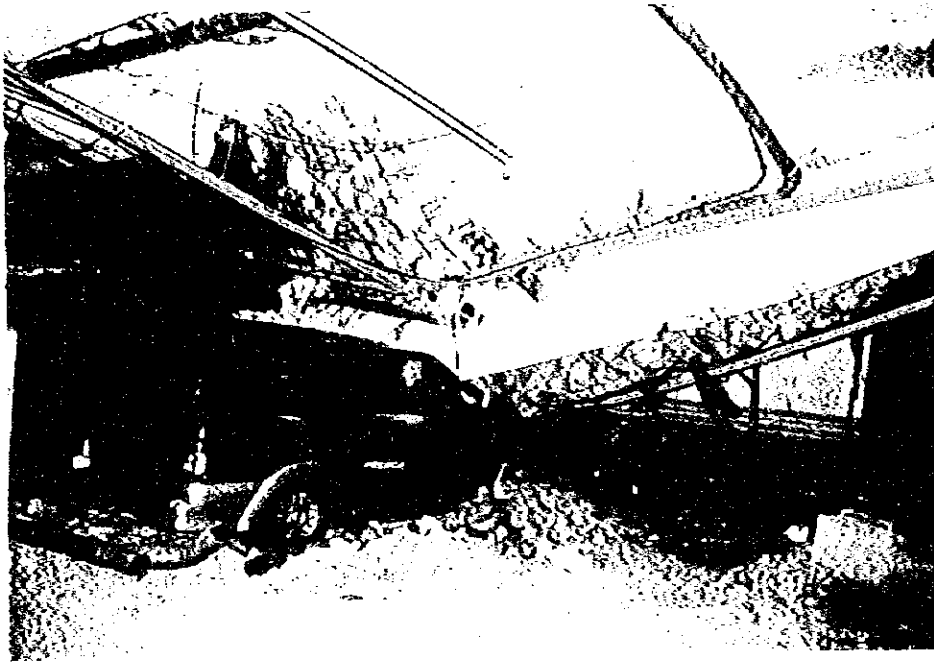
6 徳昌マンション 梁ふかし部分の石油カン。隅柱の破壊



7 徳昌マンション 梁主筋は、石油カンの内側にありせん断補強筋に囲まれている



8 徳昌マンション 地下駐車場。小梁に車が押しつぶされている



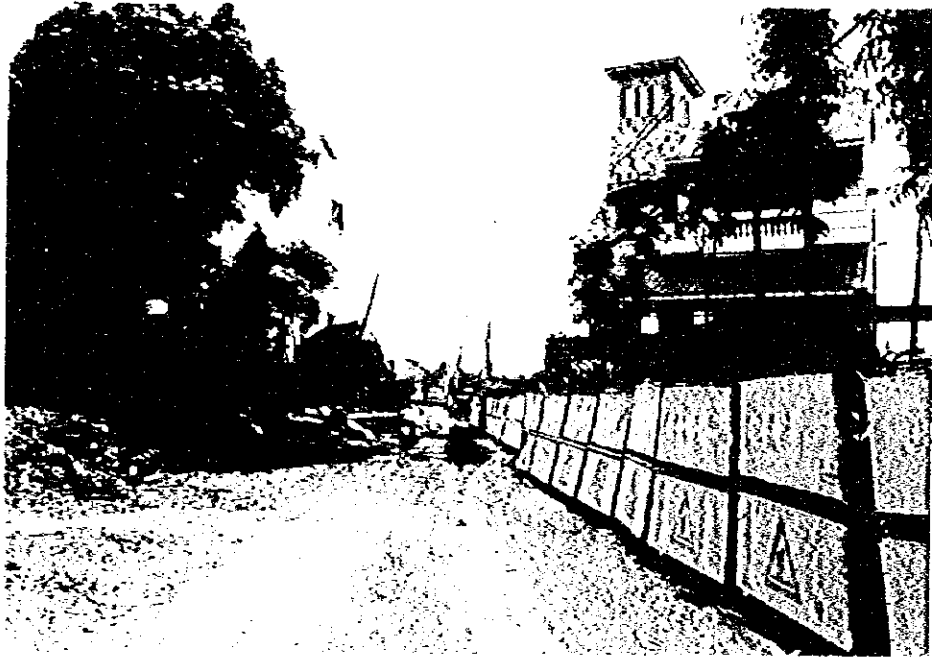
9 徳昌マンション この小梁で、柱を支えていたのではないか



10 天下一家ビル 柱脚コンクリートの剥落。フープの破断が見られる



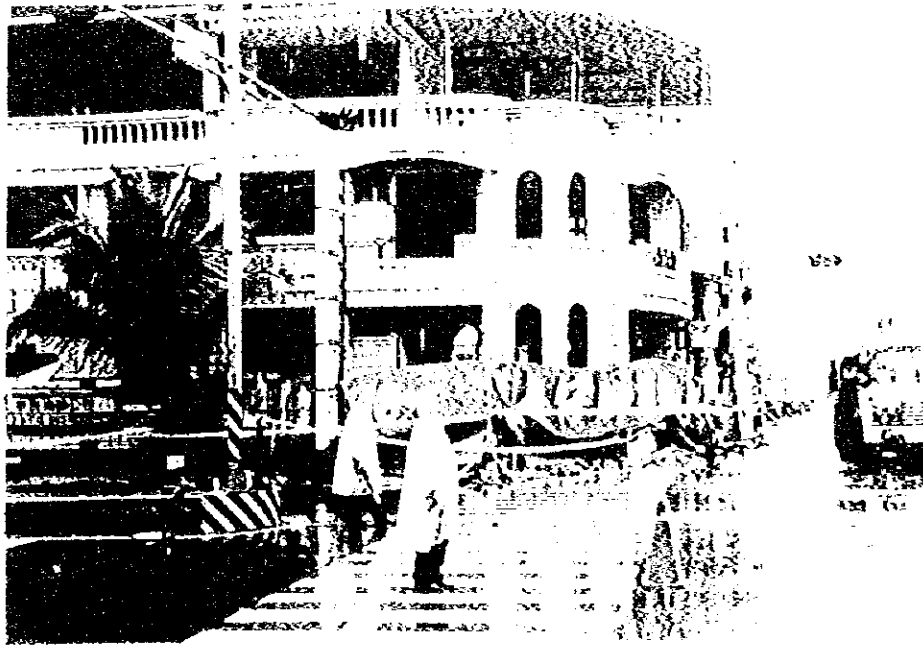
11 中興ビル 楼の文字が3階梁にあったとのこと



12 大抗風景区 断層左右の被害の違い



13 同上 断層が作った滝



17 プーリ市内 角地建築物の被害



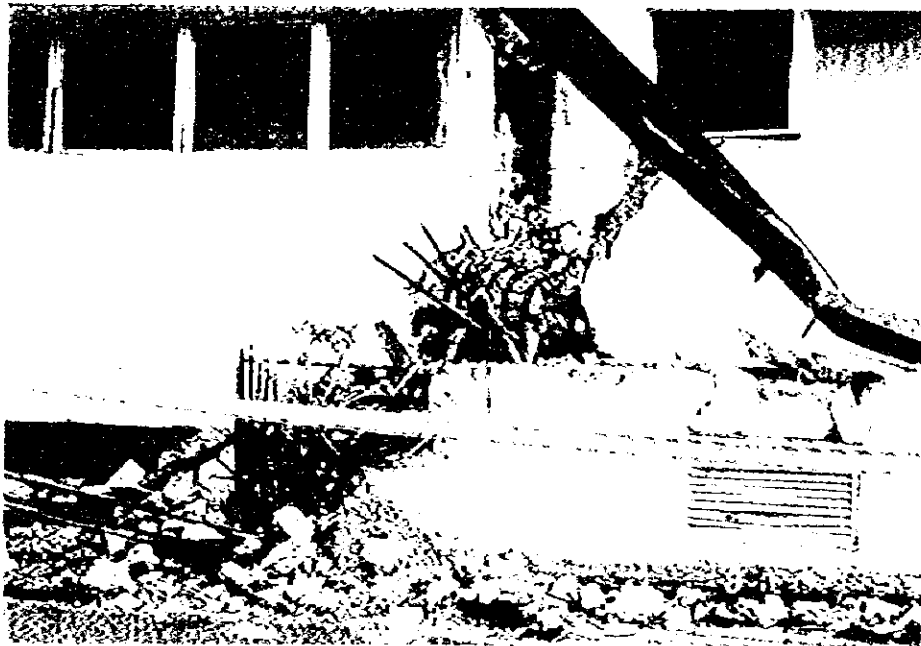
18 プーリ市内 角地建築物の隅には通常隅柱がない



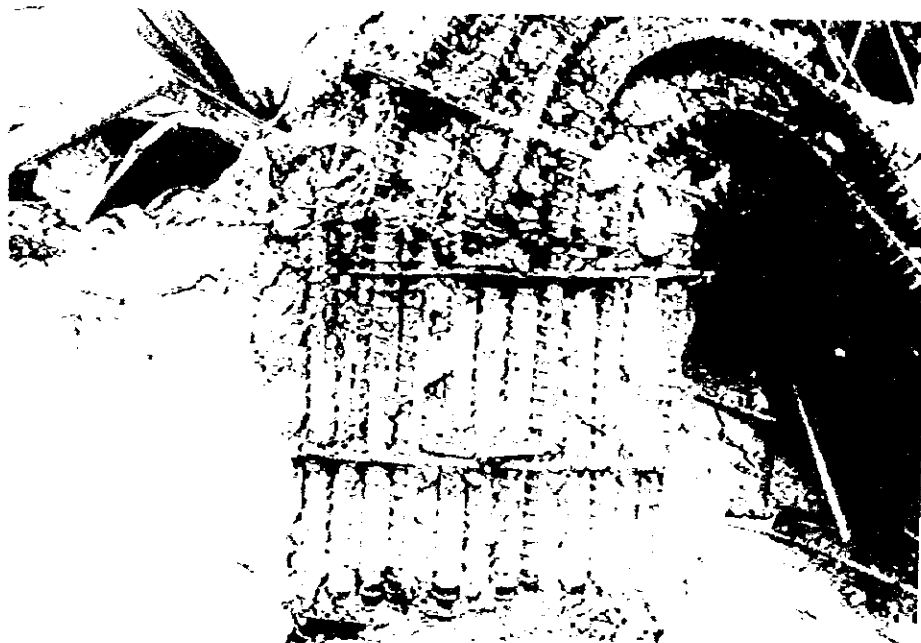
19 プーリ市内 同様の建築物の明暗



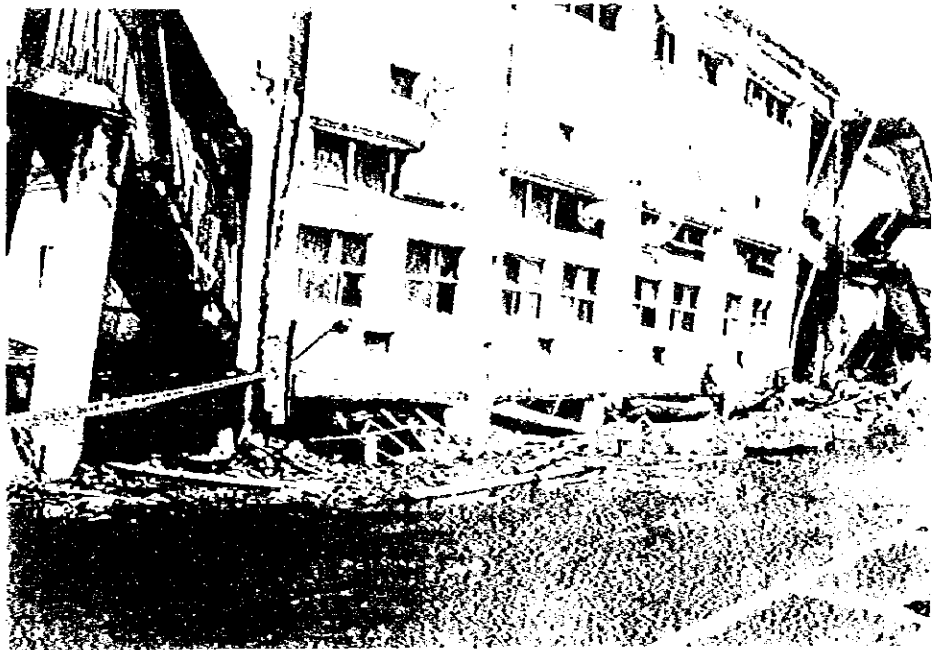
20 詔興酒工場 製造工場1棟が崩壊



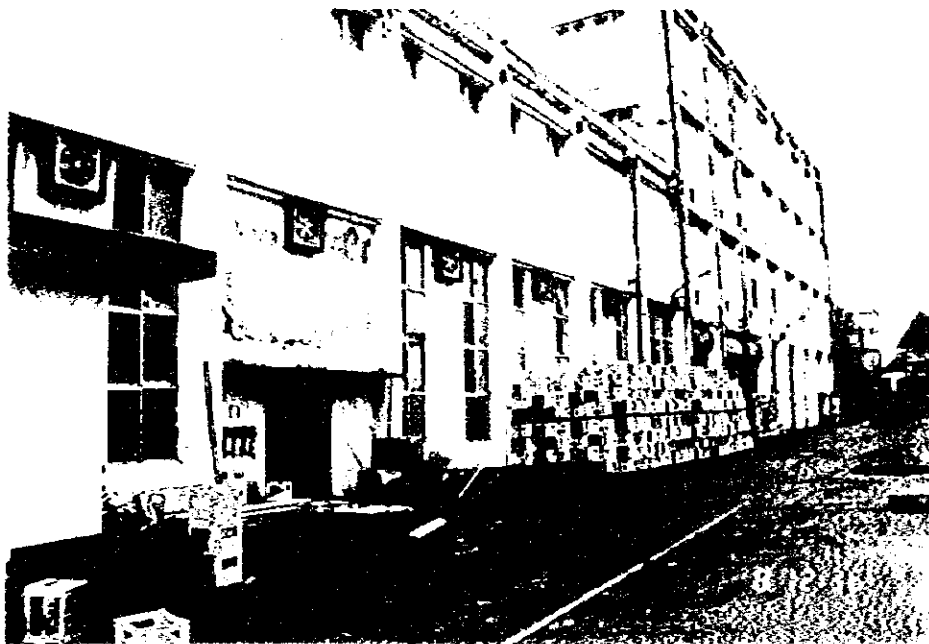
21 同上 主筋継ぎ手がばらばらになっている。



22 同上 継ぎ手部分の鉄筋間隔がない。



23 詔興酒工場 1階が崩壊した建築物



24 同上 倒壊を免れた建築物



25 プーリ市内 運動場を横切った断層

名間(ビンチェン)



12階建てRCマンション。奥の建物と同じ構造の1棟が倒壊。ほぼ撤去が終わり、その残骸。柱主筋の重ね継手位置が揃っていないのと、帯筋が少ないように感じられる。

南投(ナントウ)市



12階建てRCマンション。角地に建つ7×5スパン程度の建物。一方の道路に面した柱の50%程度が曲げ破壊。柱サイズ65×65cm、太径鉄筋(D32?)を使用し重ね継手。帯筋が少なく、配筋の仕方も不自然。

集集(チーチー) 1

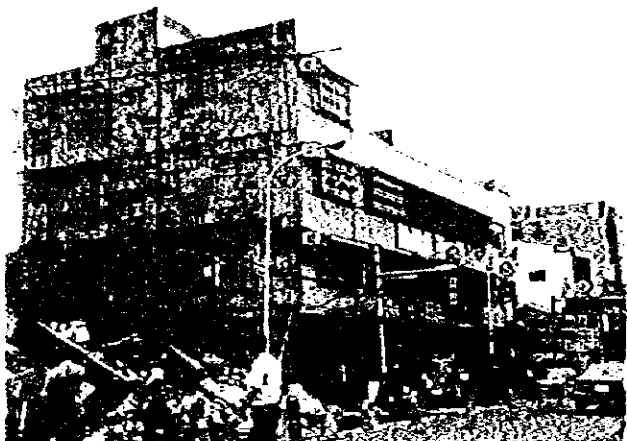


震源地の近く。

木造平屋の駅舎(日本統治時代の建物)が大きく変形。同じ形状に再建予定とのこと。線路の曲がりは見られない。

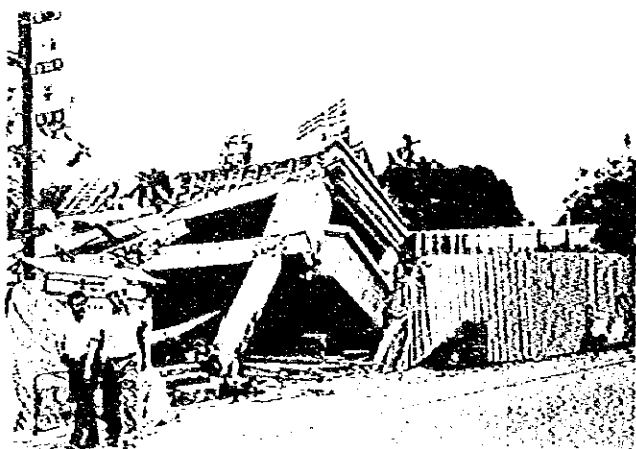
アドベ造、れんが造建物の被害。

駅周辺の状況。台湾でよく見られるRC造低層建物。被害は余り見られない。妻面は非構造壁(れんが造、またはRC造)で、隣の建物との打ち継ぎ用に鉄筋が露出。隣で被害建物の解体中。



3階建てRC造集合住宅の被害。道路に面した扁平柱の柱頭・柱脚が曲げ破壊。向かって右側にスウェイしている。

集集(チーチー) 2

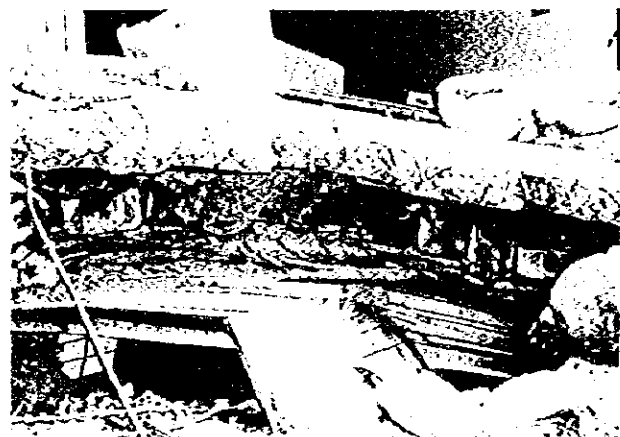


先の3階建て集合住宅の隣に建設中のRC造建物。1、2階のコンクリート打設終了し、3階を施工中、扁平柱の面外方向に倒壊。柱梁接合部に帯筋が入っていない。

中寮(チュンリャオ)



今回見た中で最大の被災地。道路に面した建物が、軒並み大きな被害を受けている。



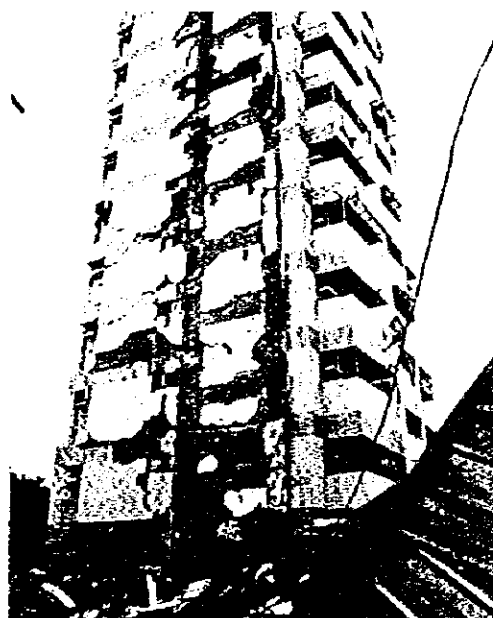
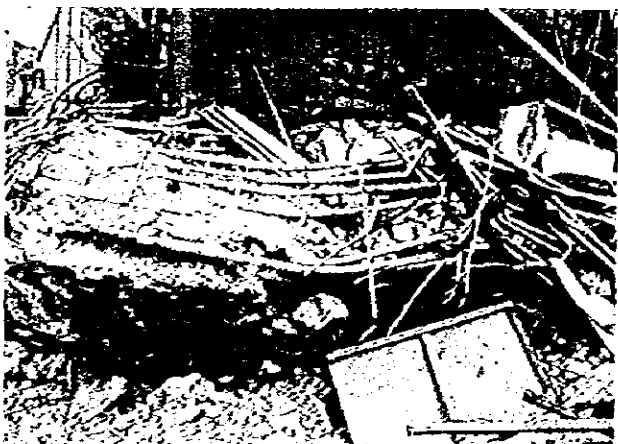
角地に建つ4階建てRC造の1階が崩壊。報道で話題となったコンクリート部材中のオイル缶。オイル缶は飾り梁等の非構造部材に使用しているもので、主要構造体には用いていないとの現地報道もあり、被害との関係は不明。

豊原(フォンユワン)市 1



尊龍ビル

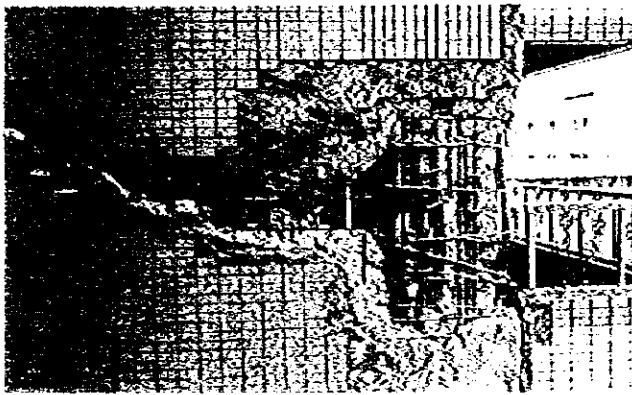
22階建てRC造集合住宅(下層は商業施設)。中庭を囲むように3棟が建っている。中間層の壁(たぶん非構造壁)が破壊されている。中庭側の1階柱頭部の被害。接合部に帯筋が入っていない。



向陽永照ビル

12階建てRC造ツインビルの片方が、1階から倒壊。訴訟に持ち込まれる可能性があり、解体工事を中断。コンクリートコア、鉄筋採取の跡。

豊原(フォンユワン)市 2



徳川家康(マンション)

16階建てRC造、集合住宅。中庭を囲んで3棟が建っている。中庭側4階の壁と側柱が大破。屋内側の応急補強。

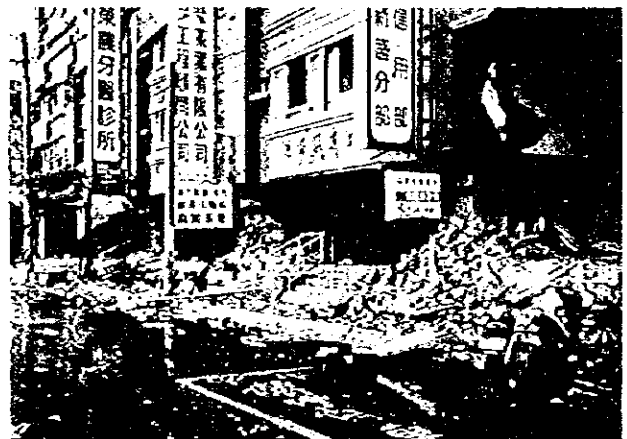
東勢(ドーンスウ)



マンション

15階建てRC造。1階柱が大破、落階している。柱主筋は機械式継手。

他にも大きな被害を出している王朝ビルと同じデベロッパ。責任問題が取り沙汰されている。



豊原市郊外中正公園



断層

真っ直ぐだった道路の奥側が4~5m隆起、
橋が隆起し、水平方向にも移動。(ガードレール(赤の破線)が以前は真っ直ぐだった。)

9mの道路を挟んで建っていた建物の右側
が隆起し、左側の建物側に移動。間の道路
がなくなり、駐車中の車が挟まれている。



豊原市郊外翁子里



断層

平だった水田の左奥側が隆起、掘り起こされた稲が枯れて茶色になっている。

断層が隆起した側(東側)の被害が大きい。
それに対して、西側では大きな被害を受けているようには見えない。



豊原市郊外朴子社区



断層上の新築集合住宅(1999年5月完成)

RC造4階建て、中庭が隆起し、囲むように建っていた3棟が3方に傾いた。構造体の被害はさほどではない。

石岡(シーゴン)水堰



水源(上水用)

断層が横切った水門3ヶ所が被害を受けた。

資料 2.

台湾における建築物の耐震設計基準の変遷

犬飼、勅使川原(建研)

1997年以前の基準については参考文献(1)に、1997年以降は参考文献(2)による。

1. 1974年以前の設計用地震力

日本の震度法が採用されていた。

$$F = k \cdot W$$

$$k = 0.1$$

注：ただし、耐力側が許容応力度なのか、終局強度なのかは不明。

9/29都立大西川教授より、現在の日本の許容応力度とほぼ同じであるとの情報があった。(鋼材の地震時の許容応力度 $2/3 F_y * 1.33 = 0.878 F_y$)

2. 1974～1982年の設計用地震力

米国のUBCを参考にベースシア係数法が採用されていた。

$$V = Z \cdot K \cdot C \cdot W$$

Z：地域係数(1.25、1.0、0.75)

K：構造特性係数(0.67、0.80、1.00、1.33、2.0、3.0)

C：基準ベースシア係数($C = \frac{0.1}{\sqrt[3]{T}} \leq 0.1$)

T：建物の1次固有周期

注：靱性がある建物の強度は、以前の $2/3 * 5/4 = 1/1.2$ となる。耐力側は1997年の改正まで許容応力度もしくは荷重係数($1.87 * 3/4 = 1.403$)を乗じた荷重に対する終局強度 (R Cの場合、結果的にVの1.5倍程度の終局強度になる。)

3. 1982～1996年の設計用地震力

$$V = Z \cdot K \cdot C \cdot I \cdot W$$

Z：地域係数(1.0、0.8、0.6)

K：構造特性係数(0.67、0.80、1.00、1.33、2.0、2.5)

C：基準ベースシア係数($C = \frac{1}{8 \cdot \sqrt{T}} \leq 0.15$)

T：建物の1次固有周期

I：重要度係数(1.0、1.25、1.5)

注：基準強度を $3/2 * 4/5 = 6/5$ 倍している。靱性がある建物の強度は1974年以前に戻る。

4. 1997年以降の設計用地震力

(1) 耐震設計基本原則

建築物が、中地震に対し弾性限度以内に納まり、大地震に対し塑性変形を生じるように設計すること。

解析には、規模に応じて、静的または動的解析が用いられる。

以下に、静的解析に用いられる地震力を示す。

(2) 最低設計用水平力

$$V = (Z \cdot I \cdot C \cdot W) / (1.4 \cdot a_y \cdot F_u)$$

ここで、

Z：地域水平加速度係数 (0.33、0.28、0.23、0.18)

I：用途係数 (1.5、1.25、1.0) (一般建築物は、1.0)

C：地盤及び建築物の固有周期によって定まる正規化水平加速度応答スペクトル係数

(例えば、第1種地盤において、固有周期 $T \leq 0.03$ ならば $C = 1.0$)

($0.03 \leq$ 固有周期 $T \leq 0.15$ ならば $C = 12.5T + 0.625$)

($0.15 \leq$ 固有周期 $T \leq 0.333$ ならば $C = 2.5$)

($0.333 \leq$ 固有周期 $T \leq 0.1351$ ならば $C = 1.2/T^{2/3}$)

($0.1315 \leq$ 固有周期 ならば $C = 1.0$) 等

W：固定荷重

a_y : 最初降伏時の地震力増幅率 (鋼構造の許容応力度設計に対し $a_y = 1.20$ 、鉄筋コンクリート構造の終局強度設計に対し $a_y = 1.5$ とする。その他は、要検討。)

F_u : 構造形式及び地盤によって定まる地震力低減係数 (1 ~ 2)

ただし、 $C / F_u \leq 1.0$

また、靱性のある建物 ($F_u \geq 2.5$) に対しては、中地震による降伏を避けるため設計用地震力は、以下の V' 以上とする。

$$V' = (Z \cdot I \cdot F_u) / (3.5 \cdot a_y) \cdot (C / F_u) \cdot W$$

注：別の表記をすると、以下のようになる。

$$V = (Z \cdot I / (1.4 \cdot a_y)) \cdot (C / F_u) \cdot W$$

$(Z \cdot I / (1.4 \cdot a_y))$ が日本で言う標準ベースシア係数に相当するもので、地震活動度が最も高いところで 0.157 (一般建物、 $a_y = 1.5$) となる。 a_y は RC 構造にあっては、許容応力度と終局強度の比で、標準ベースシア 0.157 に対する応力で許容応力度設計 (これを行うかどうかは不明、多分行わない)、その応力を 1.403 倍した応力に対して終局強度設計を行う ($1.05MD + 1.275ML + 1.403ME = 0.9 M_d$)。従って、終局強度の標準ベースシアは $0.157 * 1.403 = 0.22$ となる。

(C / F_u) は、日本で言う $R_t \cdot D_s$ に相当する。

これまでの基準に比べて、これまで考慮されていなかった地盤の影響が入っている。RCの終局強度ベースシアは韧性建物で0.22が基準となる。

また、S造では、ベースシア係数0.196が基準で許容応力度に基づき設計する。

1.4は、1/Ds即ちUBCのRの最大12を4.8にする補正係数である。

岡田恒男注：

$$V = (Z \cdot I \cdot C) \cdot (1/1.4 \cdot a_y \cdot F_u) \cdot W$$

(Z・I・C)が日本で言うC_o・R_tに相当するもので(Zは地動、Cが増幅係数)、地震活動度が最も高いところで、0.825(一般建物、T=0.15-0.33)となる(R_tが1.0に相当する範囲)。(1/1.4・a_y・F_u)は、日本で言うD_sに相当するもので、a_y=1.5、F_u=2(F=2.9)とすると、D_sの最小値は0.238(0.164)となる。a_yの意味は理解していない。]

この解釈の方が、UBC(のC_o)をややケチ(り、Rを少し厳しくした?)基準として理解しやすくないですか?1.4は、良く分かりませんが、(これを入れないと)1/D_s即ちUBCのRが小さくなりすぎるので、この最大を4(6)程度にする補正係数ではないでしょうか。

参考文献

- (1) 世良耕作、周義敦、西川孝夫：台湾、花蓮沖地震速報、建築技術、1987年3 No. 427
- (2) 台湾の耐震設計規範(1997年7月版)

<参考>日本の基準

日本の現行規定による地震力(ベースシア係数)は、以下のとおり

$$CB = Z \cdot R_t \cdot A_i \cdot C_0 \cdot D_s \cdot F_{es}$$

A_i=1.0、C₀=1.0、D_s=0.3~0.55(RCの場合)、F_{es}=1.0~3.0

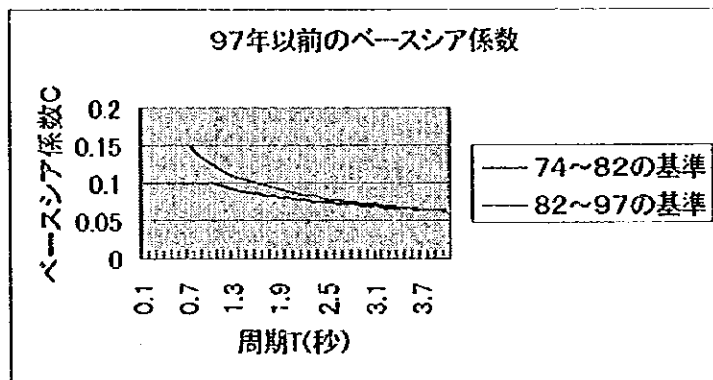
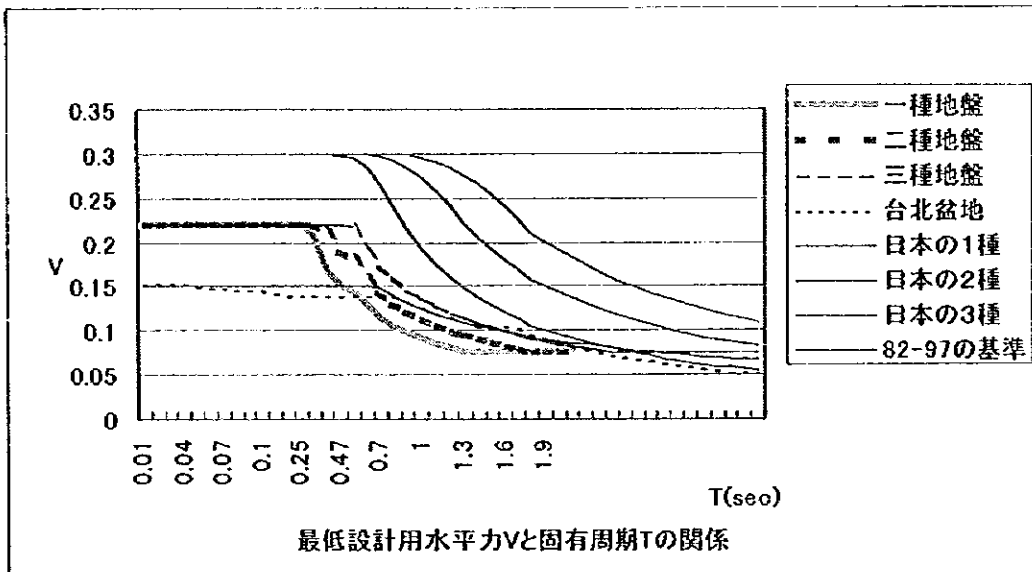
よって、整形で韧性があるRC建築物のベースシア係数は、

$$CB = 0.3 \cdot R_t$$

となる。

1997年7月以降の基準より、モデル建物を鉄筋コンクリート造建物が、その靱性率を $R=4.8$ とした場合に、各地盤に建築される場合、 $V-T$ 関係は、以下ようになる。また、この図は地域係数は0.33。台北盆地の地域係数は0.23。参考に日本の $D_s 0.3$ の場合と台湾基準(1982~1997)の $K=0.67$ 、許容と終局強度の比を1.5とした場合も記入してある。

図より、0.3秒程度までは以前の2.2倍の強度となっているが、1秒付近からは以前のものと同等か、1、2種地盤では小さくなっている。日本の基準と比べても短周期領域では日本の2/3の強度を要求しているが、1秒付近では約1/2、2秒付近で日本の1種地盤と同等の要求強度となっている。日本の2、3種地盤に対してはかなり小さい。



資料 3.

主要面談者（敬称略）

台北

郭 慧芬	中華民國建築師公會全國連合会	秘書長
張 弘憲	同上	理事長
李 健次	同上	常務理事
吳 聖洪	同上	理事
吳 建忠	同上	常務監事
郭 基一	台湾省建築師公會	常務理事（内政部營建署建築管理組合組長 兼務）
鄭 元良	内政部營建署 科長	
游 顯德	游顯德建築師事務所	
郭 高明	内政部營建署 建管組組長	

台中

張 景森	副市長	
黃 崇典	市政府機要秘書（建築師）	
林 清中	市政府工務局 公用課長代技正（土木技師）	
江 支川	江支川建築師事務所（現地通訳兼務）	
戴 台津	戴台津建築師事務所 台湾省建築師公會鑑定委員	
蘇 金鎮	蘇金鎮建築師事務所	
謝 碧榮	謝碧榮建築師事務所	
翁 文德	台中县政府工務局局長	

台南（南投縣）

黃 崇喜 黃崇喜建築師事務所

その他重要関係者

山田 洋一	財団法人交流協会台北事務所	經濟部主任
林 錦祥	同上	經理室
葉 基源	亞東關係協会	經濟組
蔡 鴻臚	台日国際工程顧問股分有限公司	經理（通訳兼調整業務補助）
李 榮杰	中榮工程顧問公司責任者	（通訳兼調整業務補助）

JICA