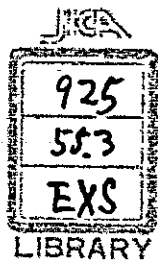


ルーマニア地震

専門家チーム調査結果報告(概要)

昭和52年4月

国際協力事業団



国際協力事業団	
加入 期日 '84. 4.-3	925
登録No. 02376	55.3 EXA

目 次

1. ま え が き	1
2. 地 震 関 係	3
3. 建 築 関 係	6
4. 土 木 施 設 関 係	9
5. 防 災 関 係	11
6. ち ゅ う び	13

別 表

(1) 第 1 班 (地震関係) 調査日程表	14
(2) 第 2 班 (建築関係) 調査日程表	16
(3) 第 3 班 (土木施設関係) 調査日程表	17
(4) 第 4 班 (防災関係) 調査日程表	18

別添資料

(1) TENTATIVE REPORT ON HOMANIAN EARTH QUAKE OF MARCH 4TH 1977	19
(2) PROBLEMS RELATED TO THE DESIGN OF ANTISEISMIC STRUCTURES(IPCT)	29
(3) ANSWER TO THE QUESTIONNAIRE OF IPCT	34
(4) QUESTIONS FROM ICH, ISPI, CEI AND MEE	39
(5) ANSWER TO QUESTIONS FROM ICH, ESPI, CEI AND MEE	41
(6) QUESTIONS FROM IPTANA, IPCF AND MINISTRY OF TRANSPORTATION	43
(7) ANSWER TO QUESTIONS FROM IPTANA, IPCF AND MINISTRY OF TRANS PORTATION	44

JICA LIBRARY



1037000[5]

1. ま え が き

- (1) ルーマニア政府の要請にもとづき、1977年3月4日に発生したルーマニア地震に関する調査及び技術協力のため、私共9人の地震専門家は、4月8日から4月28日まで国際協力事業団からルーマニア国に派遣された。

(派遣された者)

- 中野 清 司 (建設省建築研究所 研究調整官)
- 広 沢 雅 也 (建設省建築研究所 基礎研究室長)
- 栗 林 榮 一 (建設省土木研究所 耐震研究室長)
- 松 野 一 博 (建設省都市局街路課専門官)
- 坂 田 正 治 (科学技術庁地震予知対策室)
- 浅 田 敏 (東京大学教授 地震予知)
- 久 保 巖 三 郎 (東京大学生産技術研究所教授 耐震工学)
- 高 木 章 雄 (東北大学教授 地震予知観測センター長)
- 金 子 皓 治 (国土庁災害対策室防災企画官)

- (2) ルーマニア政府は、日本の地震専門家グループに対して、

- ① ルーマニア地震の震源地の調査
- ② 測地学的研究方法
- ③ 地震工学からみた建築物等の補強方法
- ④ ダム施設の防禦方法

の4項目についての調査及び意見を求め、さらに「地震工学センター」の設置についての協力を要請してきた。

- (3) これに対応するため、地震専門家グループを次の4班に分け、直ちに調査活動を開始することにした。

- ① 第1班 地震関係
 - 浅田敏、高木章雄、坂田正治
- ② 第2班 建築関係
 - 中野清司、広沢雅也、(兼)金子皓治

③ 第3班 土木施設関係

◦ 久保慶三郎、栗林栄一、(兼)松野一博

④ 第4班 防災関係

◦ 金子皓治、松野一博

(4) 地震専門家グループの調査活動及びルーマニア政府の調査協力機関は、別表のとおりである。

なお、4月9日(第1日目)は、現地到着後直ちにルーマニア政府の地震対策に関する基本方針についての説明を受け、4月10日(第2日目)は首都ブカレストの被災状況の概況を視察し、4月11日(第3日目)は、具体的な調査日程を協議し、各班ごとに別れて調査を開始した。

2. 地震関係

(1) 総論

この国の地震発生には大きな特長がある。それは、Vrancea 地方における“Subduction”に基づく中深度地震の発生である。この地震及びより浅い地震（この地域の）については、この国の地震学者によって、歴史地震を含め大へんよく調べられている。これ以上のことをなすには、後で勧告に述べるように、観測網その他の近代化が行われなければならない。これらの地震のみが各地（平野地域、ブカレストも含む）に被害を与えている。これらの地震の平均くり返し周期は30～50年程度である。

この国の地震学者は、狭義に考えれば、地球科学・地震学研究所に属する約10人位しかいない。従って、ある分野では十分国際的水準にあるものの、一方では、自力で自国に発生する地震の震源を決定できない等アンバランスがある。この国には他に、地質学・地球物理学研究所があり、地震学的分野においても相当な実力を持っていると考えられる。

この国の地震がほぼ一定地域に集中して起ることや、その地域の地殻上下変動量が大きいことと、この国の学界の水準を考慮に入れた時、地震観測・地殻変動観測の一層の充実と、研究者人口の増加が図られるならば、地震の予知は大いに見込があると思われる。

最後に触れなければならないことは、この国のかなりの部分に分布している浅い地震のことである。今までのところ最大はM5程度であるが、将来M6以上の地震が起らないという保証はない。地震学的な調査を大いに進めなければならない。

この国の地震発生状況は、地震学及び地震予知研究に絶好の対象を提している。この国の地球科学は、部分的にはすでに相当の水準にあり、適当な努力が行われれば、世界屈指の地震研究国になるのは目前であろう。

(2) 地震観測網

1902年ブカレストに於いて地震観測が開始され、1935年には地震計の増設、更に1940年前后にはトランシルバニア地域で地震観測が行わ

れたが第2次大戦後その観測は Banat 地域に移された。その後ヴァランシヤ地方を中心に観測所が増設され、現在12の観測所からなる観測網が成立している。又今回の地震後には西独の協力による臨時観測点10ヶ所、中国による4ヶ所分の地震計が既設或いは臨時の観測点に配置されている。以上の如くこの国の地震観測の歴史は古く、比較的密度の高い観測を行って来たが、ヴァランシヤ地方に頻発する稍深発地震の究明にはやゝかたよった配置である。ルーマニヤの地震被害に最も関係深いヴァランシヤの稍深発地震の究明は西北部即ちトランスヴァニア地域の観測なしでは不可能であろう。特に震源の精度向上より信頼出来るカイスミンライの研究の為には一様な観測点配置が特に重要と考えられる。

(3) サイスマシティと再起時間等

既にルーマニアの研究者により幾つかのサイスマシティの研究が行われ、ヴァランシヤ地方ではM6.5以上の地震は、その再起時間が約13~14年、M7.0以上は30~35年、バナット地方ではM5.0以上はおよそ40年に1回と予測され、又多くの地震活動は地球物理学的、地質学的に期待される構造によく一致すると考えられている。しかしこれらの結果はルーマニア観測網で得られたデータの僅く少数のものが使用されて全世界的に決められたものであるから比較的マグニチュードが大きいのでその資料が少なく、又震源の決定の精度はそれ程高くないのでデータの収集解析に対して特に一段の努力が必要であろう。

(4) 勧告

① 震源は自力で決定すること

現在は、海外の研究所に報告し、そこで決まった震源を使っている。これはこれでもよいが、自分の力で震源が決められないことは困る。そのためには、まずミニコン等も整備する必要がある。自力で震源決定を行うならば、精度を上るためのプロセスで、種々の研究が行われることになり、又経験も蓄積されて行く。

② 観測網の整備

すべての観測所に水晶時計を置くべきである。そして時計の時刻の校正は、自動的に行われるようにすべきである。(つまり、時計の時マークと放送の時マークを同時に記録紙の上に記録する。)

地震計の機種を統一化する必要がある。地震計の高感度化を図るとともに、一部の観測所には低感度地震計を置く。

今まで、観測網が空白地帯であったトランシルバニア地方にも、何ヶ所かの観測所を設置しなければならない。

③ 測地測量のくり返し

水準測量のくり返しはすでに行われているが、光波測距儀による距離測量のくり返しは特に Vrancea 地方において是非行うべきである。さし当り5年周期ではどうか。

④ 地殻変動連続観測所の設置

伸縮計・傾斜計(水管及びボアホール型)・容積変化計等を擁する観測所を適当な地域に何ヶ所か設置すべきである。

⑤ テレメータ化

将来は、地震観測網についても、地殻変動連続観測網についても、テレメータにより中央に集中することが望ましい。

⑥ 特に地震予知について

この国にとって、地震予知はどうしても必要である。そのためには、その目的の下に、組織を見直さなければならない。又、いわゆる地震学者以外の地球物理学者・地球化学者・地質学者との協力が必要であり、計測器の近代化のためにはエレクトロニクス分野の人々との協力も必要となろう。そして、それぞれの分野の人が地震予知を意識しなければならない。そのためにも、当面、各分野の研究者が集り、地震予知について学術的に討議するための場(セミナー等)を設定することが必要である。

特にこの国に於ける地震学者の層が少い為、多様性の問題に対しては多くの弱点を有するので、境界分野の研究を推進する為には将来研究者の層の厚みを増すための努力がされるべきであろう。又若い研究者の層の少い事も地震学研究的将来について大きな問題を有するものと考えらる。

3. 建築関係

(1) 地震と建物の被害分布の特徴

今回の地震は、震源から北北西へ約160Km離れたブカレスト市を中心に、主として建築物にかなり顕著な被害をもたらした。この地震のマグニチュードは7.2、震源深さは90Km～120Kmと発表されており、いわゆるやや深発地震といえるが、この程度の規模のやや深発地震により、震源から数百Km離れた位置において、実際に多くの建造物が顕著な被害を蒙った例は最近においては殆んど記録がない。

また、震中近傍などをはじめ、被害が軽微又は殆んどない地域が比較的広範に及んでいるのに対し、震源から北北西ないし南南西方向へ約180～350Kmに位置するいくつかの市部における顕著な被害が、飛び石状に認められたことも特徴の1つとして挙げられる。

しかし、これらの被害地域において、被害をうけた建物は、全く地震の影響が設計に考慮されていないものや、品質の劣る材料を用いたものがほとんどを占めている。

(2) ブカレスト市内の地盤と建築物の被害

ブカレスト市内の建物群をごく大まかにわければ、1940年以前に建てられたもので耐震設計がされていないレンガ造又は鉄筋コンクリート補強レンガ造の古い建物でその年の地震がより被害をうけた建物（中には鉄骨等により補強されていたものもある。）群と、近年に建設されているアパートや工場などの耐震設計された新しい建物群（主として鉄筋コンクリート造、プレバブによる鉄筋コンクリート造であり鉄骨造は殆んどない。）とに分けられるが、前者に崩壊またはそれに近い被害を蒙った建物が多いのに対して、新しい建物が崩壊した例はきわめて少ない。しかし、外見上からは僅かな被害しか認められない近代建物も、特に10～14階建てを中心とする中層壁の少ないアパート群については、ガラスや間仕切壁などが大破したものが少なくない。

一方、ブカレスト市内の地盤は全般的に強度の大きい粘土質地盤となって

いるが、その層厚はわが国にくらべてかなり深く、地盤の卓越周期はやゝ長めで、ブカレスト市内に急速に建てられている多くの近代的な中高層アパート群の固有周期と近い値となっている。

それ故、工学的には靱性にとほしく、また重量のわりには強度もそれ故大きくはない古い建物群の強度不足による崩壊と、地震動と共振し易い状態にあった中層建物の大変形による2次部材の被害とが代表的な被害として指摘される。

(3) 建物の設計荷重と観測された地震動の大きさ

1963年以降ルーマニア国内の建築物は、それらの用途や建設地点に応じベースシア係数にして5年前後の値を用いて設計されているが、今回の地震について観測された唯一の地動加速度は最大約200 galで、前述の設計荷重に対して数倍の値であった。これが、地盤と共振しにくい様な剛で弱い建物の被害を著しいものとし、更に、地盤と共振しやすい振動特性をもつ建物の2次部材の被害を著しくした要因の1つである。

また、全体的に建物の保有耐力の不足しているのが多く、これがために施工の欠陥による建物の損傷が認められた例が多かった。

(4) 補強工事

公式に近い筋の発表によればブカレスト市内では2万戸の住宅が被害をうけ、その内1万戸が大被害であったとされている他、店舗、学校、工場などについても被害が報告されている。しかし、補強が著しく困難な程の大被害をうけたれんが造などの建物を除き、特に学校や工場などについては補強工事を突施しつつ、再開されているものも少なくない。現在の所補強のための指針的なものが用いられていると説明もあったが、調査の範囲内では、補強の方針やその施工方法は若干の改善の必要が認められた。

(5) むすび

今回の地震については、その地震動特性や被害地域の特殊性など、我が国の地震学や地震工学についても貴重な資料となる点が多い。また、建築物の

耐震性の面からみた場合には、次のような諸点について、我が国においても特に研究を推進する必要があると痛感された。

- 1) 震後対策に関する研究
- 2) 2次部材の変形性能の改善のための研究
- 3) 施工欠陥の防止に関する研究

4. 土木施設関係

(1) 被害状況

道路、鉄道、ダム、橋梁、港荷、石油パイプライン、熱供給パイプライン、ガス管路、送電線には特に甚しい被害は生じなかった。

水道の被害としては、ブカレスト市 ($\Delta = 170 \text{ Km}$) で総延長 1600 Km の管路において 120 カ所の継手の破損、クライオバ市 ($\Delta = 300 \text{ Km}$) では 18 カ所の破損が生じた。

電力施設の被害としては、ブカレスト市およびプロイエステ市にある火力発電所の屋根トラスが落下して発電機に損傷を与えた。また変電所 60 カ所において変圧器が支持台からずれて、絶縁不良、ショート等が起きた。

被害には直接関係しないが、ブカレスト市、フーレイ ($\Delta = 100 \text{ Km}$)、ジムニャ ($\Delta = 300 \text{ Km}$) において砂質地盤に流動化現象が生じた。

(2) 調査結果の概要

① 被害地域の地盤

ブカレスト市は基盤上に横波の弾性波の速度が平均して 700 m/sec 程度の地層が $250 \sim 300 \text{ m}$ の厚さで堆積していると云われている。この地層の表面付近は、 $5 \sim 20 \text{ m}$ の粘土質シルト層もしくは粘土層であり、その下方に $7 \sim 8 \text{ m}$ の砂層がある。

本調査において測定した粘土質シルト層の横波の弾性波の速度は約 150 m/sec であった。

クライオバ市は三段の河岸段丘からなり、市の西部の低地部では表層が 40 m 程度であると云われている。表面から $5 \sim 6 \text{ m}$ は締った砂層、その下方に 7 m 程度の締った礫層、さらにその下方に 25 m 程度の粒土層が堆積している。

流動化現象が生じた 3 カ所の内、フーレイとジムニャの 2 カ所の砂の粒度分析の結果はいずれも流動化が生じる可能性が高い特性を示している。

② 土木施設等の耐震設計

ア) ダム関係

コンクリートダムの耐震設計については問題はすくない。フィルダムについては法面勾配が1：1.5程度であり、日本の1：2.5程度に比べて一般に急勾配になっている。

今後、調査・解析・実験等によって検討することが望まれる。

イ) 橋梁関係

ルーマニア東部を流れるダニューブ川に架かる道路橋(1972年竣工)および鉄道橋(1895年竣工)を視察調査した結果、特に問題にすべき点はないが、地盤の工学的特性の調査、橋の構造形式の擬定などについて、技術的面から改良していくことが望まれる。

ウ) 埋設管路

石油、熱供給、ガス等のパイプラインは、屈曲部の処理等が良かったので、被害を蒙らなかったものと思われる。

水道に生じた被害の大部分は鋳鉄管、コンクリート管を使用している箇所であった。

ニ) 電力施設

水力発電施設には被害は生じていない。火力発電施設では、前述したように上屋の港下が鋭利に損傷を与えた。また送電線に被害は無かったが、変圧器には被害が生じた。

電力施設については弱点が明らかにされたので、今後、それらを改良することが望まれる。

(3) 今後の課題

すでに述べたところであるが、今回の地震による被害を分析して、対応策を講じると共に、強震観測、地盤調査、実測、実験等を行なってルーマニアにおける技術水準のより一層の向上を図ることが望まれる。

5. 防災関係

(1) 被害状況

① 1977年3月4日に発生したルーマニア地震で大きな被害をうけたのは、首都ブカレストの中心街及びクライオーバー、セミニチャー等である。その主な被害状況は、次のとおりである。

- ① 死者 1,570人
- ② 負傷者 11,300人
- ③ 家を失った者 35,000世帯、145,000人
- ④ 倒壊した建物 32,900戸
- ⑤ 企業被害 763工場
- ⑥ 被害総額 100億レイ（約2500億円）

'77国家予算の3.4%

- ② コンビナート、火力発電所、文教・文化財施設で、相当の被害があったほか、水道施設、通信施設、ガス施設及び病院が若干の被害をうけていた。なお、道路等に危壊等の被害が全くなかったため、鉄道、市電、トロリーバス等交通機関の被害は皆無であった。なお、火災はボヤ程度のものが3件あった模様である。
- ③ 地震発生時（3月4日午後9時21分）には、停電・避難等で一時パニックが発生し、砂じんが街に立ちこめた模様であり、そのため、若干の死傷者も出たようである。

(2) 災害応急対策等の概要

- ① 地震発生後約2～3時間後に、ルーマニア共産党中央執行委員会内に「中央災害対策本部」が、各省庁及び各企業公団並びに市・町にそれぞれ「災害対策本部」が設置された。
- ② 災害応急対策は、市・町の本部では、個人が受けた災害の認定及び金品の支給のみを行い、他の対策は総て国が実施した。
- ③ 災害応急対策は、軍隊・国家警察及び国家消防隊が出動し、さらに公務員・学生・労働者も動員して、大統領（災対本部長）の指令のもとで迅速

かつ整然と実施された。

- ④ 災害応急対策のうち、個人被災者に対しては、1世帯当り約10万9千
レイ(約272万円)の金品が支給され、避難者には水と食糧が給付され、
負傷者には無料医療サービスが実施され、死亡者は国で葬祭費用を負担し
た。

なお、死亡者及び負傷者への金品の給付は、行われていない。

- ⑤ 被害をうけた建物及び施設等は、半分程度復旧され、家屋の改修工事等
が急ピッチで進められていた。
- ⑥ 地震後約50日を経過した現在では、市民の生活も安定し、街には活気
があふれていた。調査の結果では、災害応急対策は万全であった。

(3) 都市防災

都市施設の中で建物に加えて、都市供給施設(上水道、電力、ガス、通信、
特に上水道、電力)が被害をうけたが、その都市施設の災害に派生ずて起る
二次的な災害は殆んど生じなかった。

◎ 都市施設の災害例(ブカレスト市について)

電 力	発電所：2ヶ所の屋根が落ちてタービンが 故障	震災発生後4時間で 送電開始
	変電所：トランスの移動、絶縁油のもれ、 ショート等	
上水道	遊心力コンクリートヒューム管の継手部分 の破損	震災後部分供給を続け 2日目50%、4日目 正常に供給(水道の供 給一時期散水車利用)
	ブカレスト市内で120ヶ所 クライオブ市でもあり	
ガ ス	建物の倒壊に伴うその以外に被害なし ブカレスト市内は低圧ガス地域	震災後3日目で供給 開始

都市計画の検討はブカレスト市で市の南西部に再開発計画(政府関係及文
化施設の総合)を、クライオーバン、ズニム ッチュアでも都市計画の再検討
を急いでいる。

6. むすび

以上が、このたびルーマニア国に派遣された地震専門家グループの調査活動の概要である。

本報告書は、あくまでも調査活動の概要であり、正規の報告書は資料等の解析、分類作業を急ぎ、5月末日頃までに作成し、提出したいと考えている。

ルーマニア地震が発生してから1ヶ月有余、ルーマニアではその復興のため官民一体となって非常な熱意をもって取り組んでいる。

その熱意と努力には、大きな感銘を受けた。

1日も早く、復興されることを祈念するものである。

最後に、われわれの調査活動に対し、日夜の別なくまた休日も返上してご協力下されたルーマニア政府各機関研究所並びにルーマニア石川大使及び大使館員のかたがたに対して、心から感謝の意を表するものである。

別表

(1) 第1班 地震班調査日程表

(浅田・高木・坂田)

月 日	時間	調 査 の 概 要	ルーマニア政府対 応機関名及び氏名	備 考
4月11日 (月)	8:00 18:00	<ul style="list-style-type: none"> Dr.C.MITHULESCU のアイサツ Mrs.I.APOPEI 本震についての説明、又歴史的な大地震についても同様説明を受ける。 Mr.V.Marza 本震後の微小地震のActivityについて説明 その他Dr.TIOSIF, Dr.Raduから必要文獻の収集、其後天文台にある地震観測所を訪問 	<ul style="list-style-type: none"> 地震研究所 (INSTITUTUL EARTH'S PHYSICAND SEISMOLOGY) Dr.IOSIF Mr.AFOPEI Mr.MORZA 	
4月12日 (火)	8:00 18:00	<ul style="list-style-type: none"> Mr.V.Marza、後にDr.T. IOSHIFからルーマニアに於ける地震学研究の組織について聴取する。またDr.Raduは吾々に紹介する文獻を収集し、提示した。 	#	
4月13日 (水)	7:30 19:00	荷物を開け、観測用の地震計器の点検並びに天文台に於いて標準時刻、水晶時計の check	#	
4月14日 (木)	8:00 18:00	<ul style="list-style-type: none"> 地震計の設置 4点観測のため、地震計セットに出発、プロエスティの町知事に対して表敬訪問(セットの為) 第1点 Groapa Cetatului (CHEIA) の近くに設置。住民の協力を得る。 <p>(Brasov 市に宿泊)</p>	#	
4月15日 (金)	8:00 18:00	<ul style="list-style-type: none"> 地震計の設置 第2点 Balvanyos 西独地震観測グループの設置点の隣におく。 第3点 Casin 完全に地中に埋める。森林管理官の協力を得る。 <p>(Facusani に宿泊)</p>	#	
4月16日 (土)	8:00 22:10	<ul style="list-style-type: none"> 地震計の設置 第4点 Carcaliu (ダニューバ河の東岸部) <p>後帰る。</p>	#	
4月17日 (日)	7:30 18:00	全員で Predeal, Codlea 現地視察	#	
4月18日 (月)	9:00 18:10	各研究員より地震観測網の説明を受け且、データの収集—整理—解析等について説明を受けた。また日本に於けるシステムを紹介した。	#	

月 日	時間	調査の概要	ルーマニア政府対応 担当者名及び氏名	備 考
4月19日 (火)	8:00 17:00	ブカレスト内にある Institute of Geology and Geophysics を訪問、ルーマニアに於ける地球科学について広範にわたり説明を受け、意見の交換を行った。その結果をもとにして地震専門家と具体的な意見の交換をした。	#	
4月20日 (水)	8:00 13:10	地震工学専門家(日本)の為に、今回の地震並びにルーマニアの地震の特徴について図等の整理を行う。 夜、全員のミーティング	#	
4月21日 (木)	8:00 18:00	データの整理を行い、報告書の作成準備を始める。 Copy をとる為、大使館へ。	#	
4月22日 (金)	8:00 13:00	浅田 I.P.C.T. に説明の為、出かける。 只波だけによる震波決定法の説明 市内に出来た fissure や噴砂の見学	#	
4月23日 (土)	8:00 22:30	浅田 午前中 I.P.C.T. の会館に出る。 午後から Carcalin の霧気に出発 (Constanta 宿泊) 高木、坂田、他の3点の撤収に出発 (George-Giorgicu Deju 宿泊)	#	
4月24日 (日)	8:30 23:50	浅田 夕刻帰所 高木、坂田 夜8時帰所 直ちに水晶時計の check を行い、荷造りを行う。	#	
4月25日 (月)	7:30 21:00	荷造終了。全員(団)のミーティング 更にルーマニア地震専門家と意見の交換	#	

(2) 第2班 (建築関係) 調査日程表

(中野・広沢・金子)

月 日	時間	調査の概要	ルーマニア政府対応機関名及び氏名	備考
4月11日 (月)	8:00 18:00	○調査日程の調整 ○ Bucarest 市の被害建物現地調査	設計建設本部 (I.P.C.T.) Dr. SERVANESCU	
4月12日 (火)	8:00 18:00	○ Bucarest 市の被害建物の現場調査及び補強に関する検討会	Dr. BROEN Dr. APOPEI Dr. STETAN	
4月13日 (水)	8:00 18:00	"	"	
4月14日 (木)	8:00 18:00	○ Craiova 市の被害状況調査及び検討会	"	
4月15日 (金)	8:00 18:00	○ Ploiesti 市の被害状況調査及び検討会	"	
4月16日 (土)	8:00 18:40	○ Bucarest 市のニュータイプビルの被害状況調査及び検討会	"	
4月17日 (日)	7:30 18:00	○全員で Piedal, Codea 現地視察	"	
4月18日 (月)	8:30 18:20	○ Bucarest 市内被害現場調査 ○ 壁式住宅の常時微動測定調査	I.P.C.T. Dr. SERVANESCU	
4月19日 (火)	7:30 17:20	"	"	
4月20日 (水)	9:30 18:20	○工場建築調査及び検討会	I.P.C.T. Dr. VELUNESCU Dr. DAVIZAN	
4月21日 (木)	8:00 19:00	○今後の工場建築の設計法の検討会		
4月22日 (金)	8:00 18:00	○今後の工場建築の設計法の検討会 ○ RC補強の検討会 ○設計法全般に関する検討会	"	
4月23日 (土)	8:00 18:00	○設計法全般に関する検討会 ○地震工学総合研究所設立計画に関する検討会	"	
4月24日 (日)	8:30 17:00	○総合所見検討会	建築研究所 (INCERC) Dr. SERVANESCU Dr. SANDY	
4月25日 (月)	8:00 21:00	"		

(3) 第3班 土木施設関係調査日程表

(久保・栗林・松野)

月日	時間	調査の概要	ルーマニア政府対応機関名及び氏名	備考
4月11日 (月)	9:00 10:00 10:30 12:45 13:00 15:00	国立物理研究所表敬訪問 被害の概要・日程の概要 ブカレスト市被害状況	原子力研究所長 IPCT, etc. Mr. RADU NEGRO INCERC, etc. Mr. Serbanescu	地震概要 Mrs. Apopei
4月12日 (火)	9:10 10:30 11:00 18:00	日程作成 地震動の記録、日程修正	IPCT, etc. Mr. RADU NEGRO INCERC Mr. Serbanescu	
4月13日 (水)	9:00 15:00	ダム関連施設に関する討議	水系構造物研究所 (I.C.H) Mr. HANCU	
4月14日 (木)	8:00 18:00	Craiova 市被害調査と検討会	クライオバ市 助役	8:00 ~ 23:00
4月15日 (金)	8:00 11:00 12:00 18:00	Ploiesti 市被害調査 Brazi 火力発電所被害調査と検討会	電力開発公団 (I.S.P.E) Mr. CHITU ブラジ発電所 所長	
4月16日 (土)	8:00 15:00	Vidraru ダム 視察及び 水力発電所 検討会	水資源公団 (I.S.P.H) ビドラ ル事務所長 Mr. Pop	ISPH Mr. Cacilescu
4月17日 (日)	7:30 18:00	全員で Piedea, Codlea 現地 視察		
4月18日 (月)	8:00 15:00	Danube 川道路橋見学及び 検討会	運輸通信省 (IPTANA) Mr. Buzuroi	Giurgeni 市
4月19日 (火)	8:00 15:00	Danube 川鉄道橋見学及び 検討会	鉄道建設公団 (I.P.C.F) Mr. Tomi	Cornavoda 市
4月20日 (水)	9:30 18:00	橋梁の耐震性に関する検討会	IPTANA Mr. Marinescu IPCF Mr. Tomi	ブカレスト工大 Prof. Calin
4月21日 (木)	9:00 18:00	ダムの耐震性に関する検討会 弾性波探査	ICI Mr. Flegont Civi Eng. Inst. Mr. Stematiu	ISPH
4月22日 (金)	9:30 18:30	ダムの耐震性に関する検討会 弾性波探査	" "	"
4月23日 (土)	8:30 18:00	補足的検討および National Center	IPCT, etc Mr. RADU	
4月24日 (日)	9:00 18:00	概報の起草	INCERC Mr. Serbarescu ICH Mr. Siriu	

(4) 第4班 防災関係調査日程表

(金子・松野)

月日	時間	調査の概要	ルーマニア政府対応機関名及び氏名	備考
4月19日 (火)	10:30	地震発生後の災害応急対策全般に ついての調査及び意見交換のため	○保健省 (MINISTERUL SANATALII) Mr. MIHAIL, Mr. MIHAILESCU	
	12:00			
	12:00	ガス施設の被害状況及び防災対策 についての意見交換のため	○ガス公団 (I.ENTREPRISE DU GAZ) Mr. STEFAN, Mr. RADULESCU	
4月20日 (水)	9:30	水道施設及び下水道施設の被害状 況及び防災対策についての意見交 換のため	○水道公団 (I. C. A. B) Mr. ENESCU, Mr. MIHAIL	
	11:00			
	11:20	電気施設の被害状況及び防災対策 についての意見交換のため	○電力省 (M. E. E) Mr. ION, Mr. BORDEA	
4月21日 (木)	11:00	BUCUREST 市の災害応急対策及 び都市防災対策について意見交換 のため	○ブカレスト市役所 (I. P. B) Mr. TRAIAN, Mr. MIRON Mr. STANESCU	
	13:30			

TENTATIVE REPORT ON ROMANIAN EARTHQUAKE
OF MARCH 4th 1977

April 25, 1977

Japanese Delegation for Romanian Earthquake

CONTENTS

- & 1 Seismology
- & 2 Buildings
- & 3 Bridges, Dams, Pipe-lines and Power Plants
- & 4 Urban disaster prevention

& 1 Seismology

1. Determination of foci

In this country seismologists do not use the most advanced methods for determining the locations of hypocenters. However, the determination of foci is the most fundamental in seismology. Numerical determination of foci with a computer should be done by Romanian seismologists.

2. Seismological network

In order to make accurate determination of foci of earthquakes in Vrancea area, the number of seismographic stations equipped with quartz clocks should be increased. Time signals broadcasted by a central radio station should be recorded on seismic records, as well as time signals by quartz clocks.

It is also necessary to increase the sensitivity of seismometers, because detection of microearthquakes in Vrancea is fundamental for the study of earthquake prediction.

Study of seismicity of shallow-earthquakes all over Romania is also very important.

3. Geodetic works

Study of vertical movements in Romania is important. However, measurement of horizontal land deformation with optical distance meters (Telurometer, Geodimeter) is also important from the view-point of earthquake prediction.

4. Continuous observation of crustal movements

Routine observation of crustal movements with strainmeters, watertube tiltmeters, borehole tiltmeters and borehole dilatationmeters should be carried out in the near future. Networks of crustal deformation observatories is fundamental in order to study the occurrence of earthquakes in Vrancea area.

5. Telemetering

Telemetering of seismic signals from some of seismological stations may be quite helpful in determining a focus quickly.

6. Earthquake prediction

Prediction of the earthquakes in Vrancea area will be possible in the future. It should be noticed that the time series of the occurrence of the Vrancea earthquakes had already been studied by Romanian scientists and that probability of occurrence of a big earthquake had already been warned by a Romanian seismologist.

For the above prediction, it will be necessary to provide adequate numbers of instruments, and to increase the number of seismologists as well as to consolidate the cooperation among seismologists, geophysicists, geochemists and geologists.

7. Acknowledgement

We express hearty thanks to Romanian seismologists who have provided us with appropriate data.

& 2 Buildings

1. Design Method

(1) Conventional Design Load for Earthquake may well be set up after careful investigation on seismic danger anticipated in Romania.

(2) Macrozonning map should not be so sophisticated, as we have only limited knowledge on seismic danger.

Microzonning map, taking into account soil condition will have important practical meaning.

(3) Ground motion spectrum should be provided corresponding to each soil condition. A considerable number of strong motion seismographs will be required for the above purpose. A conservative spectrum might be used before compiling these data.

(4) Limitation of compressive stress for columns should be provided. It is preferable that around $0.2 F_c$ for corner and side columns and around $0.3 F_c$ for the other columns under live load and dead load are provided at maximum values (F_c = design strength of concrete).

(5) Limitation of horizontal drift should be provided. Most of damage to new type buildings is that of nonstructural elements. Then, the limitation will be effective to lessen earthquake damages. Value of the limitation should well be conform with deformability of non-structural elements.

Accumulation of data concerning deformability of non-structural elements will be required.

2. Method of construction

Well controlled structural materials in prefabricated members behaved quite well against the recent earthquake. Quality control of in-site concrete elements shall be effective to realise seismic structures.

3. Consolidation projects

(1) Objective seismic performance for consolidation solutions should be guided quantitatively. The value shall be reasonably related with the prospective seismic design load and it may be set up by analysing the investigated results on damaged and non-damaged buildings.

(2) Efficiency of consolidation shall be evaluated based on the computed horizontal capacity of buildings after the consolidation. In this case, deterioration of load bearing capacity shall properly be estimated.

(3) Consolidation effect may considerably be influenced by details of connections between existing members and elements used for consolidation. Careful design and execution works are required.

(4) Tentative provisions for consolidation solutions would preferably be developed urgently.

& 3. Bridges, Dams, Pipe-Lines and Power Plants

1. Generally speaking, earthquake resistant designs of these special structures are carried out very fairly in view of earthquake engineering. Engineers concerned with those pay strict attention on strengths of existing structures, because they believe that they do not have sufficient experiences on earthquake damage.

Through the experience of the earthquake of March 4th 1977, we would like to recommend that seismic design methods and related practices of the structures to earthquakes will be modified supplementarily.

Their knowledge concerning structural analyses of dams and bridges is recognized as fairly high level in civil engineering field. However we would like to propose that verification of analytical results should be promoted through carrying out followings,

- (1) strong earthquake motion observation for actual structures and the adjacent subrounds,
- (2) survey on subrounds, and
- (3) experimental studies on actual structures, structural elements and their models.

2. In view of practices we would like to recommend as follows,

- (1) existing dams will be required to retrofit to future earthquakes.
- (2) before construction of bridges, careful survey and consideration will be required to subground conditions and layout of structural systems respectively,
- (3) practices for pipe-lines to increase resistance to earthquakes will be required by employing analyses of the damage caused by the earthquake, and

(4) codes and practices for power plants to increase resistance to earthquakes will be required by employing the experiences through the earthquake.

& 4. Urban disaster prevention

The earthquake which occurred on March, '4 destroyed many buildings and public facilities of electric power, water service and gas service.

In the terrible circumstances which were created by the earthquake, it is highly appraised that the secondary disaster has been prevented by the adequate steps taken by the National and Local governments.

PROBLEMS RELATED TO THE DESIGN OF
ANTISEISMIC STRUCTURES

1) It is known that during earthquakes stiff structures suffer great massic loadings, while flexible structures are loaded to a lesser degree but being more flexible they are more sensitive to second degree supplementary effects. Taking into account the dynamic characteristics of the March 4 earthquake, what measure of flexibility - verifiable by means of the value of the natural vibration period - do you recommend for various types of constructions (single-story halls, storied halls, water towers, multi-storied civil buildings, a. s. o.) ?

2) What static diagram do you consider more adequate for single-story halls, taking into account the deformability requirements imposed by the quake, in the case of :

- articulated knots;
- total continuity in the knots.

3) Do you consider that, in the case of single-story halls with important vertical geometrical dissymmetries, it is preferable to have a seismic joint, realized by doubling the beams, or no joint but a single beam.

4) What is your view of the mode of action under seismic stress of welded joints in the knots of prefabricated structures when these knots must work as

- (imperfect) hinges;
- knots resistant to bending.

5) Do you consider that, in the case of single-story halls with a stiff floor made of prestressed concrete roof components placed on transverse beams, longitudinal stiffening girders are still necessary ?

6) What are the values of massic loads for which welded metal joints between prefabricated concrete members ought to be designed to withstand great load concentrations (for instance, the joining between girder and column in a single-story hall) ?

7) In view of the fact that real seismic stresses are much greater than the conventional design ones, what possibilities do you consider applicable for the correct determination of the width of seismic joints so as to avoid sections of buildings from knocking against each other, especially when adjacent sections have greatly different dynamic characteristics ?

8) which is, in your view, the proper design principle applicable to the columns of a building located in a seismic area so as to ensure their remaining in the range of working conditions, their capacity of seismic energy dissipation, their damping rate, their behaviour under dynamically applied shearing forces, the state of unitary stress in concrete and the latter's part within the structural whole.

9) Which of the following types of storied industrial structures for great working loads of 1,000 - 2,500 kg/sq. m. do you consider as offering a better antiseismic conformation ?

- frame structure,
- shear-wall structure,
- central-core structure,
- central- and peripheral-core structure.

10) Since we have at our disposal calculation programs which make possible the testing of structural behaviour of buildings under given seismic stress - bi-graphic calculations that allow for the analysis of structural behaviour in the non-elastic range - and bearing in mind the nature of the March 4th earthquake, which of the following accelerogram do you consider we should use :

- EL CENTRO
- U.S. Standard Accelerogram
- TAFT

BUCHAREST, 4 March, 1977.

11) What is your view of the possibility of turning from a seismic calculation based on conventional equivalent forces to a calculation based on an analysis of the strains caused to the structure by the quake.

12) In considering the overall behaviour of a construction under seismic stress, which are in your views the requirements for ensuring an elastic behaviour under the real seismic stress ?

13) Taking into consideration the ductibility requirements and knowing the necessary ductility to be ensured in various characteristic sections on the basis of the analysis of the structural behaviour in the non-elastic range, what practical design measures can you suggest with a view to achieving the required ductility level.

14) What ductility factor do you recommend as obligatory so that various types of structures may satisfy the conditions of strain imposed by the earthquake in the case of:

- frame structures;
- shear-wall structures;
- central-core structures;
- tube-in-tube structures,

15) Do you consider that removal of masonry infill walls in frame structures would result in the overloading of the supporting members which will have to dissipate alone the whole quantity of seismic energy absorbed by the structure ? In such situations, ought greater ductility factors to be stipulated and how much greater ?

16) How do you appreciate the ability of a concrete shear-wall to dissipate seismic energy, especially in the case of structures with cracks caused by shearing forces of an earlier seismic loading.

17) What is the value of the relation ductility factor of the bending sections of a frame's collar beam which you deem necessary to achieve an overall non-elastic strain of the order 4 to 6 of a structure upon parallel displacement ?

18) Are there principles for the reinforcing of vertical members subjected to dynamically applied shearing forces ?

19) What is your opinion of a possible diminution of the seismic forces absorbed by a structure through the swinging and rolling effect, in the case of a stiff understructure ?

20) Do you consider useful for elastic structures to be linked at foundation level so that they move together under seismic movements and, as far as possible, synchronically with the mass of the surrounding ground, especially in the case of multi-storied buildings ?

21) Can a reduction of seismic loadings be taken into consideration, in case the foundation level rises, and by how much ?

22) As regards cuboid buildings, can the differences between the acceleration spectra along the two directions results in detrimental loadings, and in the affirmative how can these be included in the design procedure ?

23) What can be said about the ability of shear walls to dissipate seismic energy, especially in the case of earthquakes with vibratory movements characterized by high frequency and low amplitude, in the circumstances of long-duration seisms ? What are the principles of reinforcement - quality of cement and reinforcement percentage - which you consider necessary to be applied in design ?

24) What is in your opinion the seismic forces to be used when calculating water towers, bearing in mind that the supporting tower being cantilevered has but a reduced capacity of dissipating seismic energy.

25) Do you consider the building of a silo with its compartments (cells) supported by columns included in its understructure as a proper antiseismic solution; or do you appreciate as more adequate a direct support of the cells on the foundation ?

26) What types of solutions do you consider possible for ensuring a sufficient load-bearing capacity against future seismic stresses for the 9 and 11-story apartment buildings built between 1930 and 1940 and which have sustained column damages during the March 4 earthquake ?

27) What is your view as to the possibility of using prestressed concrete for earthquake-resistant structures, taking into account the necessary ductility to be ensured to the structural whole ?

28) We would like to know if the Japanese prescription allow the use of the steel marks having a short deformation at rupture for the reinforcement of the ductile concrete frames. Please, mention these marks of steel-mainly the physical and the mechanical characteristics and also the allowable stresses for both elastic and inelastic calculation of the structure.

ANSWER TO THE QUESTIONNAIRE OF IPCT

1. Keeping natural period of vibration of buildings apart from predominant period of ground is always preferable.

However, it is not always feasible to design buildings as mentioned above.

It is recommendable that well balanced estimation of deflection of buildings and proper design details to prevent damage to non-structural members are provided.

The following steps should be taken for the above purpose :

- (1) compiling the ground motion spectrums,
- (2) providing equivalent static force which is used for the calculation of elastic drift,
- (3) providing the value of limitation of the elastic drift.

2. Provided that proper design was done, both schema will behave well under seismic load. It is necessary to assure clear and stable behaviour of knots.

3. It will be preferable to make these halls consolidate considering their geometrical dissymmetries.

When they are designed to be separated with each other for shrinkage, adequate expansion shall be considered taking account of the seismic drift.

4. When joints are well designed and welding is well done, they will behave so as to have been designed. Especially at ultimate the above mentioned behavior can be expected.

5. The stiffening girders are not necessary as longitudinal resisting system is composed of prestressed floor panels. However, the plastic behavior of T- and - sectioned beams shall be checked by experimental or theoretical analysis.

6. When columns and beams are connected directly with each other, their connection can be safely designed using stress modified by concentration coefficient, say 1.5-2.0. However, connections between floor slabs shall be so designed as to be able to carry 50% of permanent load, supported by the slabs, from central panels to external panels.

7. The width of seismic joint would be limited to about 5-6 times elastic drift due to conventional design load.

8. As concerned with seismic design for reinforced concrete columns, it will be necessary to satisfy the following fundamental items for good ductilities.

I) To keep axial unit stress () in small values, say $0.3 F_c$.

II) Not to make the ratio of clear height (h_0) of columns to width of columns (D) very small, say $h_0 \geq 2D$.

III) To keep the spacing of web reinforcement in columns less than 10 cm and 8 times diameter of compressive axial bars.

And to arrange web bars more than adequate lower limit, say 0.2% - 0.1%.

IV) Not to use so many axial bars and columns, say $p_t \leq 1.0\%$

Here, p_t is tensile reinforcement ratio.

9. Anything will do. But shear wall structures will be the most economical solution.

10.) It will be necessary to choose several strong motion accelerogram records which were recorded at the sites where the soil conditions are similar to those of a construction site.

You may refer the records obtained in Japan as well as in U.S.A.

11. Although the time calculation is an effective measure to evaluate structural behavior in the plastic range, a static calculation based on conventional equivalent forces is sometimes more reliable.

12. It will be necessary to ensure elastic behavior under moderate earthquakes which may occur several times during the life-span of structures. In Japan, we assume that the ground motion acceleration related to moderate earthquakes is around 7×82 gals.

13. It will be necessary to avoid shear failure for the purpose of obtaining sufficient ductility.

Special care should be paid for girders and shear walls which have shallow web or wall thickness where shear distress is anticipated.

14. It will not be difficult to obtain the values of ductility more than 3 for frame structures, central-core structures, and tube-in-tube structures provided that shear-span ratio^{x)} of vertical members is not less than 2.

In the case of shear-wall structures the ductility factor should be assumed conservative by say 2 at most.

15. When removing masonry infill wall, load bearing capacity of frame structures will not be compensated by increasing ductility factor of the structure. Then, it is preferable to reconstruct sound masonry in-filled wall, or to install reinforced concrete wing walls in both sides of a column.

x) Here, shear span ratio means the ratio of the distance from the end of a member to the inflection point to the over all depth of the member.

16. . Provided that the width of crack is less than around 0.5 mm, injection of epoxy resin may be effective to recover the load bearing capacity of the shear walls. In the case that the width of crack is more than the above value, it is preferable to take off existing concrete totally and pour concrete again.

17. Local ductility factor for girder up to 4.5 will easily be achieved by a careful design. The overall ductility factor of structures may well be assumed to one half of that of girders.

18. Please refer to No. 8.

19. It will be possible to expect diminution of seismic forces due to swinging and rolling between stiff underground and subsoil.

However, quantitative estimation is still difficult.

20. It is always preferable to provide underground girders which integrate the structures.

21. It may be reasonable to decrease seismic load when the level of foundation is lowered. But quantitative evaluation is now at the stage of research.

22. Design solution should be provided for two directions separately. But special care should be paid for designing corner columns.

23. Repeating loads which cause shear stress up to 0.5 ($\tau =$ shear strength of concrete) would not deteriorate load carrying capacity of shear walls, provided a sufficient shear reinforcement is provided, say, more than 0.2%.

24. Amplification factor for those structures, should be decided considering dynamic behavior of bending type model.

25. Either will do.

26. The best solution would be to remove ineffective masonry walls and install effective reinforced concrete shear walls as well as reinforcing the damaged columns:

27. To obtain ductility of prestressed concrete members, the research works performed by BRI may be a guide line for designing these members.

28. The conventional values related to Japanese standard, are roughly shown in the table below.

Mark	Yield stress (min)	min. elongation	Allowable stresses	
			Permanent	Temporary (Earthquake)
SR 24	2400	about 25%	1600	2400
SR 30 SD 30	3000	"	2000	3000
SD 35	3500	about 20%	2200	3500
SD 40	4000	about 15%	2200	4000
Welded mesh $\phi 6$	more than 5000	about 5%	2000	3000
Prestressing tendons	about 6000	about 3-5%	(0.6 0.7)	0.8

The values of minimum elongation listed above seems adequate for structural use in seismic zone. Any defect caused by lack of elongation of the steels has not been observed during our experiments and experience.

QUESTIONS FROM ICH, ISPI, CEI AND MEE

1. Dynamic methods are used to verify old dams ?
2. Are there any rule or regulations for measures to take during or after earthquakes ?
3. Instrumentation for programs and alarm for downstream people ?
4. What level of acceleration is considered for design (the strongest or a moderate one ?)
5. What method of computation is used ?
 - an elastic one for the moderate acceleration ?
 - the checking in non-linear range for the strongest one or more earthquakes.
6. Which are the elastic calculus ?
 - Resistance criteria ?
7. Concrete dams - maximum strength for moderate earthquake
8. How is taken into account the influence of the joints for such dams and buttress dams ?
9. Which are the methods for verifying the earthfill and rockfill dams the infinite slope or the circular slide surface ?
10. Which are the security coefficients used for :
 - moderate earthquake
 - strongest earthquake

11. How taking into account the influence of water and pore water for earthfill and rockfill dams ?
12. Stability analysis - deformation criteria - safety factors for earthquake action.
13. How the information given by the measurements of the microseism and of the effects of explosion for micro- are used ?
14. What is the special behaviour of Shiva-Su soil as
 - foundation soil for hydraulic structure
 - building material on hydraulic works by earthquake action ?

ANSWERS TO QUESTIONS FROM ICH, ESPI, CEI AND MEE

1. In Japan the dams are mainly verified by statical methods to earthquakes. After an earthquake, in order to check a concrete dam and to know its behaviour to future earthquakes, dynamic characteristics (eigen frequencies, and damping) are measured.
2. In Japan, no damage of dams more than 30 cm high during earthquakes has occurred. Therefore there are not any regulations for measures to be taken after earthquakes.
3. As it was mentioned, in Japan no alarm measures for earthquakes are used. Such alarm is used for railways, and in the case of the dams for flood.
4. In Japan, the design calculus of concrete dams, as it was yet mentioned is done mainly by using statical methods, with the seismic coefficients, used for buildings reduced to about one half; except arch dams; so a moderate acceleration is taken into account. The safety factor which is large for concrete dams, assures their resistance to stronger accelerations.
5. In Japan, the dynamic calculus, in elastic range, when it is done, is used only qualitatively. The resistance criteria are established for static calculus. In order to get resistance criteria for dynamic calculus, future study is necessary.
7. This answer to this question was mentioned before.
8. In the calculus of dams, in Japan, the influence of the joints of arch dams and buttress dams is not taken into account. This provides an additional reserve in the behaviour to earthquakes of these dams.
9. In Japan, the filldams (rockfill dams and earthdams) are verified by doing a stability analysis. In this analysis,

the accelerations obtained by a dynamical calculus are sometimes used, and a safety factor for curved surface is calculated in statical analyses.

10. The safety factor asked for the slope stability is 1.2, calculated for the design seismicity coefficients.
11. The influence of water fill dams is not yet quite clarified. In order to take into account this influence more study is needed.
12. The stability of fill dams is calculated by a stability analysis. No information criteria are used.
13. The measurements of microtremors and of the effect of the explosions, can be used to study the microzoning. But the opinion of specialists on how to use these results differs.
14. The Shira-Su soil behaves quite different for dry conditions or for wet conditions. In dry conditions, its behaviour is satisfactory, but when humected, such soils can lead to some troubles. Such troubles occurred due to an earthquake.

QUESTIONS FROM IPTANA, IPCF AND MINISTRY
OF TRANSPORTATION

1. Why are there differences among seismic zones specified in Codes and Regulations ?
2. Why is there no difference in different types and scales of bridges ?
3. How long earthquake record do we use for dynamic analysis ?
4. Live loads also included in masses of dynamical systems ?
5. How do you design bridge supports to earthquake effects ?
6. What do you think limit design ?
7. Shock loads of earthquake effects to bridges ?
8. What kind attention should we pay for cable stiffening bridges to earthquakes ?
9. Damage due to earthquakes in dykes ?
10. Flexible piers are good or not for bridges ?
11. Fixed supported continuous bridges is good or not ?
12. Show us predominant periods of subgrounds, soft & hard ?
13. Show us details of a hinge at center of cantilever PC bridges ?
14. Effects of tilting piles ?

ANSWERS TO QUESTIONS FROM IPTANA, IPCF AND
MINISTRY OF TRANSPORTATION

1. Every seismic zone mainly comes from proposal of Prof. KAWAZUMI. Zoning is different from return periods adopted.
2. In reason for types and different seismic loads are considered as amplification depending on scales which correlate fundamental natural periods.
3. Usually up to 30 seconds. Rarely 1 minute or more.
4. Not necessary. (The chance is very rare in simultaneous loading live loads and earthquakes)
5. To prevent dislodge of ends of beams in earthquakes some devices as shown in p 144 of Literature No. 9.
6. We are going to specify Limit Design Method.
7. Not necessary. (Earthquake motions are not shocks).
8. Anchoring ends of cables and stresses of bottoms of towers.
9. Such damage in Niigata Earthquake - 1964 and Sanfernando Earthquake - 1971 were shown using optical slides.
10. Rigid bridge piers are employed to ordinary scale bridges in Japan.
11. Principally good (Temperature stresses should be considered)
12. About 0.3 sec. in soft ground and 0.8 in hard grounds.
13. Horizontal and vertical shear keys aookued.
14. Very effective but costly. Lateral resistances increase.

