

唐山地震・その被害と抗震防震

高橋 博(国立防災科学技術センター・元所員)・越井 一郎(静岡県技監)・
Hiroshi TAKAHASHI Ichiro KOSHII

大村 正好(静岡県地震対策室主査)
Masayoshi OOMURA

7. 地震発生直後の対応

イ 臨震抗震指揮部(災害対策本部)

地震発生時刻が真夜中であったため 市の職員は自宅で就寝しており 倒壊した煉瓦にとじ込められてしまっただが這い出すなどして 市役所に集結した。

市の幹部13人のうち 1人死亡し 1人重傷となったが 残った11人は市役所前の道路に立って指揮し 市職員の集結をまって救出 救護などの任務を割り当てた。

地震発生3時間後には臨時抗震指揮部を新華区東側西山口に作った。その時点で集結した市職員は1,500人のうち 正確な人数は把握していないが数百人位はいたと思う。その後 死亡したり怪我をしていない職員がぞくぞく集った。

指導者は“皆さん 今が一番困難な時である。それぞれの任務を頑張って遂行してもらいたい”と呼びかけた。例えば本日 この説明をしている外事弁公室の李氏もこの唐山賓館で日本人の技術者を接待して宿泊していたが(注7) 日本人を救災してから市役所にかけて伝令 トラック輸送の手配などを担当した。

注7. 当時唐山賓館は5階建てであったが 瞬時にして倒壊し日本人9人のうち3人が圧死した。賓館宿泊者のうち16人が死亡した。死体は庭中央にある木の下の仮埋葬され その後人民解放軍によって埋葬された。

ロ 被災報告

いろいろな機関で行ったのが実情である。

(1) 唐山市は市職員を派遣し 唐山市から北方約120 kmにある河北省に電話の通じるところまで行き報告した。報告した時間は午前8時であった。

(2) 開滦炭礦の職員は救急車で北京迄約300 km 走り 午前9時には国に報告した。

(3) 唐山に駐屯する人民解放軍は無線機で午前4時3分(地震21分後)には北京に第一報を入れた。これが地震後最も早い通信連絡であった。

ハ 被害の情報収集

地震の被害調査は主に国家地震局が各省から集めた

600人を派遣して行った。

道路 鉄道は杜絶しているの 数班に分けて 現場の状況を調査した。その他 国の鉄道部 通信部もそれぞれ人を派遣して情報を収集した。もちろん航空写真による被害調査も実施した。

ニ 人命救助

発震当時 先づ市の職員がこれに当たったが 地震発生日の午後には人民解放軍の先着隊が到着し 4日後には10万人に達し 生存者の救出 負傷者の輸送などに従事した。

また 医療隊もその日の午後には到着し 最終的には14の省 市 人民解放軍から200人以上の医療隊 2万人以上の医師 1,000人以上の防疫工作員が送りこまれた。また5万箇以上の医療器具 多くの医薬品も持ち込まれた。

重傷者は1部は飛行機で 多くはバス トラック等を利用し 付近の県に送り 応急手当をし 重傷者は他の9つの省に送った。鉄道が回復してから患者輸送のために 主に駅の付近と飛行場の 付近に 輸送站(ステーション)を作るとともに 受入れの各省にも結受站(受取りステーション)を設けた。孤児700人は 各地に送ったり 河北省に斉紅学校(孤児院)を設けて收容した。

ホ 給水

地震発生後 水道管は破裂し 水道は全く使用出来なくなった。そのため直後は自力で水を探さざるを得なかった。井戸水 河の水 プールの水 ダムの水 さらには溜り水を生水のまま飲まざるを得なかった。その他水の代りにリンゴ トマト 店の罐詰ジュースなどあらゆるものを利用して渴をいやした。

数 km 離れた所から水をついで運搬した例もあるが到着した時には殆んど水が無くなっていったという。負傷者は水に飢え 水を欲しがった。3日目になってトラックで給水が始められたが それでも水は不足した。街の両側の建物が倒壊しているため 狭い道路は通れないので 広い幹線道路を給水車は利用した。給水車は北京からも数百台到着したので相当な数に達した。この時期は非常に苦しい時期であったので 抗震指揮部で

は“力を出して水道を復旧せよ”と指令を出した。その方法として最も人口密集している路南地区を優先してゴムホースによる応急仮給水が出来るよう努力し 7日目に完成した。

また ポーリングマシンで井戸を掘削し 応急仮給水が出来るようにした個所もあった。

人民解放軍が到着してからは加熱した水を給水したがそれ迄の2～3日は生のまま飲まざるを得なかった。水を飲めないため死んだ者は一人もいなかったものの地震発生後の水の確保は最も重要なものである。水道が完全に全市に給水されたのは 発災してから65日目の10月1日であった。

へ 食料

食料については 地震発生直後は 倒れた家の下から掘り出すなど 自力で探さざるを得なかったが 人民解放軍が到着してからは 国からの支給品を軍が住民に配布した。また 一部では直ちに食べられるビスケットや餅などを飛行機によって投下し配布した。

食料などの空輸は 各省から唐山飛行場まで大型輸送機を使用し 唐山飛行場で小型機に積み替え 高度150mの超低空からパラシュートなしで 直接投下した。地震によって高い建物がなくなったので 低空を飛行できた。唐山飛行場は最盛期には2分間隔で離着陸させるほど航空機が利用された。

乳幼児は母乳が出る場合は問題ないが 必要な場合ミルクは倒壊した商店のものを掘り起して与えるなどして そう大きい問題にはならなかった。

母親が死亡し 孤児となった乳幼児は婦人達が集って粉ミルクなどを利用し給食した。

唐山地震の場合 食料問題は 地震によって焼失しなかったことと空輸によって迅速に補給されたので そう大きい問題にはならなかった。

ト 住民の避難生活

原則として 被災した地区の学校の運動場 道路 空地など広い場所を選んで避難をさせた。一部は鳳凰山公園にも住民を避難させた。1～2日は露天で過さざるを得なかったが 地震の翌日には空地にビニール等を利用して簡単なテントを作り始めた。その後倒れた住宅跡を整理したりして仮小屋を作った。

人民解放軍は多数のテントを配布した。仮小屋の建設は自分達の力で製作したが 出来ないものは建築の専門家や民兵なども協力して作りあげた。

地震直後のものは非常に簡単なもので 高さ1.5m程度の柱4本を隅にたて 1m程度の煉瓦による腰壁を作

り 屋根や腰壁以上の高さ(0.5m)はごぎやルーヒングをかけ その上に泥を塗りこんだものであった。たとえ余震で壊れるようなことがあっても 中にいるものの損傷は僅かであるという構造のもので 安心感があった。

チ 社会秩序の保持

人民解放軍と共に民兵が 大きなデパート 銀行 倉庫 通信施設 放送局など重要地点に配置につくとともにパトロールを実施した。

唐山市内から動員された民兵数百人が主にこれらに当った。民兵は他地区からは動員されなかった。なお警察は交通整理を主な任務として当り 総数は500人程度であった。

リ 防疫

被害当時 空中から飛行機によってホルマリン散布を実施した。また医療隊とともに防疫工作人員も1,000人程度送りこまれたので 携帯散布機によって消毒を再三実施した。その結果 蚊 蠅は一匹もいなくなり 地震前よりよい状態になった。予防注射も数回にわたって実施したので 伝染病は一人も発生しなかった。

ヌ 死体の処理

死亡者は空地を利用するなどして 一時仮埋葬した後 人民解放軍が再度掘り起こし ビニールで包み トラックで郊外に輸送し 周囲に井戸がない様な所を選定して地下30mに埋葬した。死体の発掘 埋葬には徹底的に消毒するとともに 死臭 死毒防止のためにマスク 手袋等を利用した。

8. 地震直後の復旧

イ 応急仮設住宅

地震直後に作った仮小屋は 10月には寒くなり 使用出来なくなる。これを解決するために 冬に耐えられる応急仮設住宅の建設を促進する一策として 8月中旬にモデルハウスを作り展示した。これにより仮設住宅が建設出来るようになり 工場や住民は1ヶ月の間に40万戸の応急仮設住宅を建設し 無事に冬を過ごすことが出来るようになった。

ロ 電気の復旧

発電所と変電所は屋舎が倒壊し 設備がおしつぶされあるいは地震そのものによる振動破壊をうけた。しかし送電設備をはじめとする野外設備と地下室内設備さら

に耐震性のある設備の損傷は小さかった。

地震直後 北京市 河北省及び東北地方の技術者は直ちに唐山に派遣され 復旧に努力した。 まず 北京など唐山市以外の電力網を主力として配電システムを回復させた。 7月29日午後3時頃(地震後36時間)唐山市内の電気供給が一部ではあるが確保された。 その後 唐山市供水站 開滦炭礦 唐山駅 病院 有線放送站など特別な機関から優先的に給電していった。

また唐山発電所では応援の技術者の協力のもとに発電機を修復し 8月11日午後 第2号発電機の修理を完了し給電を開始した。 第1号発電機についても間もなく修理を完了した。

ハ 通信の復旧

通信施設が止った原因は通信用建物が倒壊し 設備が押しつぶされたこと 市内の通信線が家屋の倒壊によって切れたこと 長距離線と通信用送電柱が倒れたための断線 あるいは混線にあった。 しかし 地下ケーブルの大部分には致命的な損傷はなく 地震後は主に地下ケーブルによって通信を回復することができた。

地震後 応援隊が直ちに唐山にかけつけ 通信網を復旧したり 臨時電話を仮設したりして 7月28日(地震発災当日)の晩には唐山市抗震指揮部から北京に電話で通信が出来るようになった。 また 7月29日には唐山抗震指揮部から 唐山市内へ48本の専用電話を仮設し 同日北京以外のところへも 電話でも電報でも通信が可能になった。

ニ 水道の復旧

給水が止った原因は給水構築物と地下水道管が破壊したことによる。 水道の復旧状況は7・ホで述べた通りで10月1日には全市に完全給水された。

ホ 道路 鉄道の復旧

道路 鉄道についても国から専門家が派遣され 8月中にはほぼ回復した。

ヘ 商業 銀行等の復旧

9月の始めには営業を開始した。

9. 復興

地震によって再度集中的な被害を被らないようにするため 市内118個所に分散して 2DK 3DK の5~6階建アパートを主体とした建設を急いでいる。 復興計画建築面積は 1413万m²であるが 現在50%復興しており

既に住民の1/3が復興住宅に入居している。

市当局からの直接的説明はなかったが 現在の唐山駅直下には良い炭層があるが 地上が街の中心街であるためこれまでは採炭出来なかった。 しかし唐山地震を機会に鉄道を付け替え 新駅を作り 現在駅は開滦炭礦用の引込み線とする計画のようである。

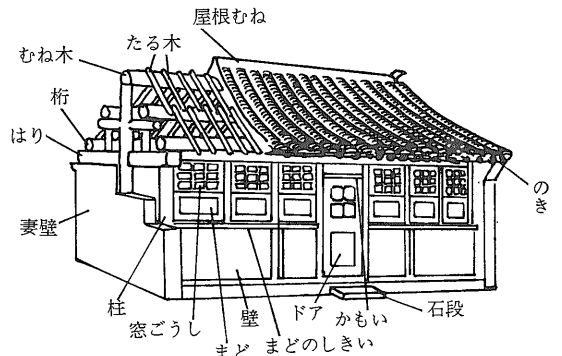
また 118個所に住宅を分散させるため 新貨路 建設路など幅員30~50mの道路などを建設し 新しい唐山市を造ろうとしている。

見学した建設路紅星楼地区では 4~5階建で48~60世帯を収容する 1棟3,000m²のアパートを 2年間で34万m²建設したとのことであった。 この外市の北東部にあたる豊潤地区には大規模な住宅群の建設が進められている。

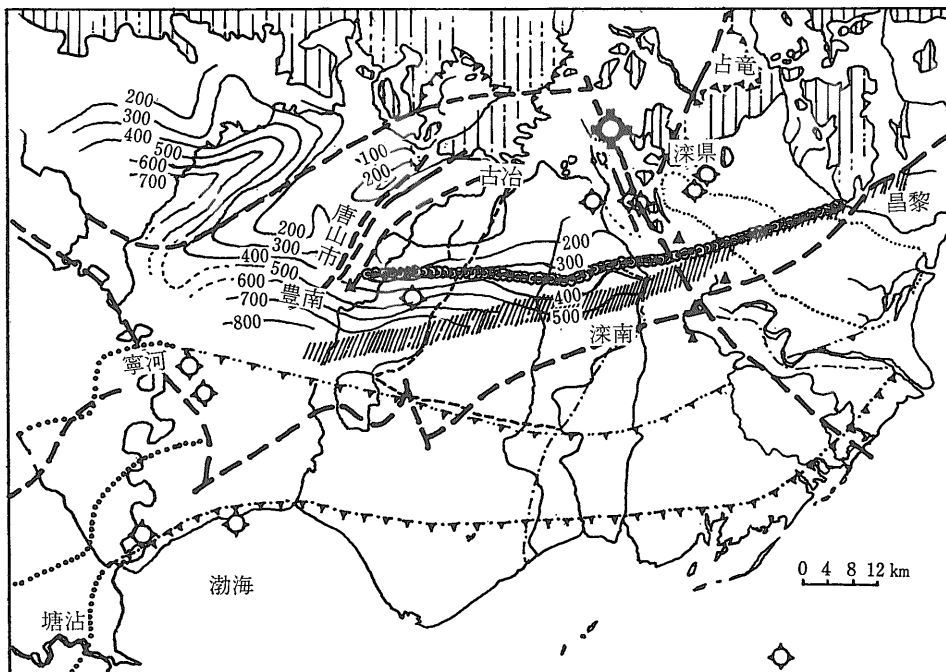
10. 唐山地震の被害の工学的な検討

中国国家基本建設委員会地震対策業務室処長陳寿梁氏らは次の通り述べている(陳・他1980)。

- (1) 従来の唐山市の基本想定震度があまりにも低かった(震度VI)。これは わが国(中国)の耐震設計基準の防災規定よりも低いもので このためほとんどすべての家屋 工業施設および設備が 耐震方策を考慮されていなかったのと同じである。大量のレンガ構造とプレハブ式鉄筋コンクリート構造は どれも強い地震の攻撃には耐えられなかったのである。
- (2) 唐山 豊南以南 および海岸地区で 広い範囲にわたって砂の液状化(クイックサンド)が起こった。このため被害がいつそう大きくなった。
- (3) 本震のあと7回マグニチュード6以上の強い余震が起こり 地震被害を増した。ことに 当日午後マグニチュード7.1の余震が 11月15日にマグニチュード6.9の寧河地震が起り 損傷をうけながらもまだ倒壊には至っ



第14図 唐山地方の住宅の構造 「現代漢語詞典」(商務印書館1979年)による。



第15図 唐山地区新構造運動図 (甞ら 1977)

1. 山地
2. 盆地境界
3. 活動断裂
4. 推定伏在活动断裂
5. 第四系等深線
6. 更新世晚期の滦河の扇状地
7. 歴史時代の滦河の扇状地 (3000年前)
8. 歴史時代晩期の滦河の扇状地 (3000年前~現在)
9. 河流縦比降転折帯
10. 河川の決壊地点
11. 新石器時代 (4000~5000年前) の海岸線
13. 貝殻堤海岸線
14. 明清の時代 (300年前) の海岸線
15. M=6~7の地震の震央
16. M>7の地震の震央

ていなかった多数の建築物が これらの地震で続けさまに倒れていった。たとえば滦河にかかる長さ780mの鉄筋コンクリート国道橋は 本震のあとも車が通れたのに マグニチュード7.1の余震のとき大橋脚がこわれ橋体は水中に落下した。とくにそのうちでも住宅は主として次の二通りの構造をしていた (市の中心部は全壊し 応急仮設住宅のみであるため 筆者らは見られなかった)。

(1) トラスを組んだ屋根が木質構造の骨組みで支持されているもの (図14) : 屋根は瓦葺で 瓦の下には寒さ暑さを防ぐための厚い泥の層がある。従って屋根全体は重くなっている。柱と柱の間の煉瓦は一部焼いたものもあるが 大部分は日乾し煉瓦である。

(2) 殆んど木組の柱がなく 煉瓦又は石を混ぜた泥の壁よりなり 平らな屋根をもった形式の家屋 :

これらの民家は非常に大きな被害を受けている。殊に後者の構造の家屋は全部倒壊している。

11. 唐山地震から筆者らのえた教訓

唐山地震の被害情況は 5年経過した現在 視察してもそのすさまじさには目をおおうものがある。住宅地区は応急仮設住宅が建設されており 被災直後の一面のガレキの山であったであろう様相とは異なるが 自然の猛威を感じないわけにはいかない。

唐山地震のあと「青空と瓦礫だけが残った」と彼らはいう。唐山地震の映画 (国家地震局製作) を見た人は御存知のように もとどのような建物があったかがい知ることのないほどの完全な崩壊で 原爆を受けた広島のようなすさまじさである。地震でこのような目にあいたくなかったら 時間と経費がかかっても耐震建築をしなければならぬと心底から感ずる程のひどい被害である。

筆者らのえた教訓を項目ごとに列記すると次の通りである。

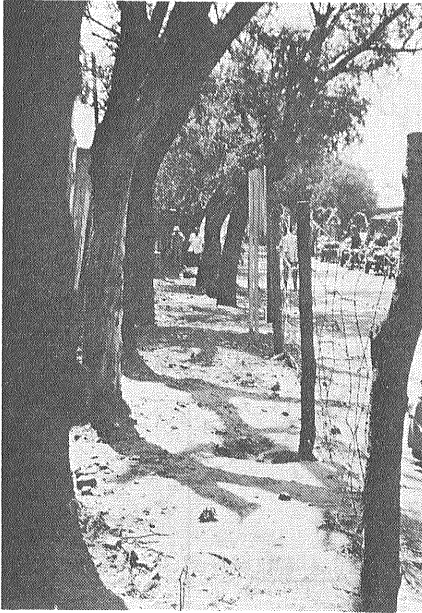


写真5
唐山地震断層
並木の横ずれ
(吉祥路)

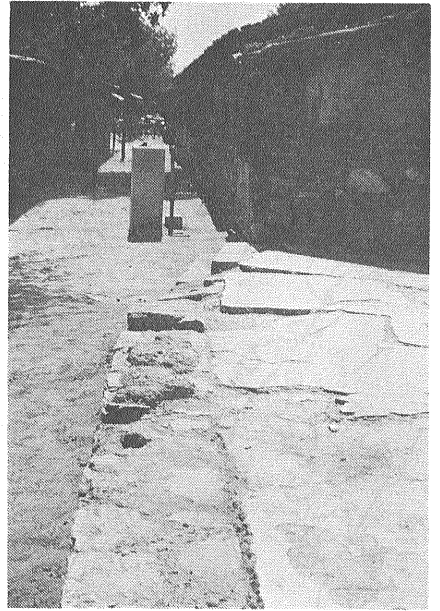


写真6
唐山地震断層
コンクリートの垂
直ずれ(東山第10
中学校校庭)

イ 建築物の耐震化の促進

唐山市の場合 基本想定震度が余りも低く 日本の震度でⅣ(中国震度Ⅵ)であり そのため 汽車工場は3秒間で全壊したとの事である。

地盤の影響もあり 盛土が比較的厚い地区 285戸の調査結果によると 地震により一瞬の内に潰れた家が59%にのぼり 無事な家は一軒もなく 逃げ出せた人はわずか9.3%であった。これに比べ 山麓近くの岩盤の上の地区では 一瞬の内につぶれた家は12.1%に過ぎず 48.4%の人が逃げ出せた。

この調査結果からみて唐山市の場合 住宅の耐震性がもう少しあれば突然地震が発生した場合でも逃げ出すことが出来た筈である。こう考えると地震対策の基本は住宅等建築物の耐震化にあるといわざるを得ない。

注8. 唐山地震では地域の地質・土質・地形が被害の大小に大きく影響した(陳・他 1980)ので地盤について補足する。

唐山地区の基底は先古生代の変成岩と古生代の堆積岩からなり 中生代の地層に欠けている。その上に第四紀に形成された軟弱層が厚く堆積し 南に著しく傾き 層厚を増し 800m以上に達している。山麓には扇状地が分布し その中に侵食残丘が散在し それらは南に向かって消滅している。第四系の層厚が800m以上ということは わが国で第四系のもっとも厚い関東平野(最大1,400m)には及ばないが 2番目に厚い大阪平野(700m)以上ということで 相当な沈降盆地であることを示している。 龔ら(1977)の唐山地区新構造運動図(図15)によると開平構造盆地の南半分は新石器時代(3000~5000年前)にはまだ海中にあり いかにも軟弱な地層でこの地域がおおわれているがこの図からもよくわか

がえる。従って唐山地震に際して噴砂現象が大規模に各所で起ったのである。

唐山市路南区は震源断層の直上にあつたため 家屋のほとんど全部が倒壊した。これに対し 大城山附近の基盤岩上の鹿山陶磁器工場などは破壊が比較的軽くすんでいる。地割れの多数発生した所は 昔の河川域の川筋に沿った所(丁字区團結村)では 長さ1km 巾25cmの地割が発生し 一割の家屋が15~20cm滑動している。噴砂現象の例として旧河口域の新しい堆積層上に建っている天津毛糸工場では 工場内に千にも及ぶ箇所で噴砂湧水現象が起り 噴砂量は4,000m³に達し 90%の建造物 70%の設備に大小の損害を与えた。これら地割れ 噴砂噴水現象と地盤の関係は 新潟地震の場合ときわめてよくにている。

ロ 地震による火災の防止

日本では地震発生後に起きた火災が被害を最も大きくする元凶である。唐山市の場合 中国の建築様式とともに季節 時刻が火災の最も発生しにくい時間帯に地震が発生したので火災による被害は殆んどなかった。そのため家屋の下敷きになった生存者の救出 食料 衣料品の確保が比較的容易に行われた。このように火災の発生防止は 特に我が国の場合 住宅が木造であるだけに防災対策上非常に重要である。

ハ 地震防災体制の確立

唐山市の場合 建築物の事前補強などが一部では実施されていたようであるが 行政を始め 一般住民も含めて事前の対策の甘さを卒直に認めていた。

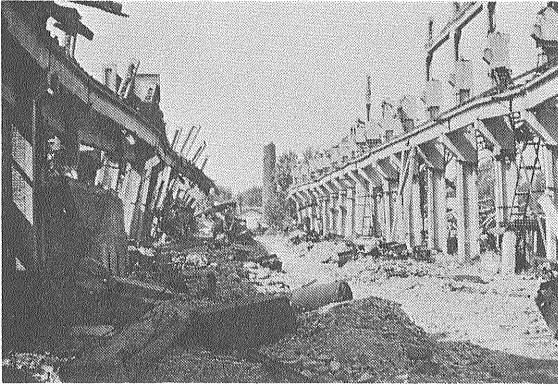


写真7 唐山汽車修理製造工場の倒壊

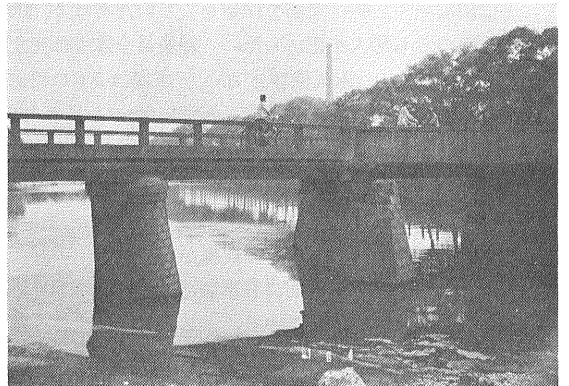


写真8 利民橋の被災状況

適切な防災対策を行政 住民ともに実施していればたとえ地震予知がされなくても 1978年訪中時に視察した天津市塘沽区向陽街のように被害を軽減することが出来たものとする(静岡県 1978)。

二 地震発生直後の対応

百万都市における直下型地震という最悪の事態 しかも殆んど無準備で被災したにもかかわらず 軍隊を含めての行政対応は比較的短時間に行われており 特に軍用飛行場が付近にあったという利点もあり 航空機による対応が印象的であった。

東海地震が万一予知なしで発生した場合 次の事について再確認する必要があると考える。

① 被害激甚地域への自衛隊の集中

地震発生直後 被害が軽い地域は 市町村 消防 警察はもとより 自主防災組織で努力し 災害後の応急対策をしなければならない。

唐山市に人民解放軍10万人 警察500人 民兵500人 医療隊3万人等 総計約14万人が動員されたのを見ても被害の激甚な地域に救援を集中して行くべきで 被害が少ない場合は自力による救援を念頭におくべきである。

② 応急体制の強化

- i 給水 あらためて水の重要性を確認し 地域の特性を生かし対策を徹底すること。
- ii 食料の確保 地震による延焼被害が考えられるのでこれを踏まえて再確認すること。
- iii 医療救護 負傷者の收容場所 設備などの促進 輸送方法 結集方法・場所の再確認。
- iv 防疫 消毒薬 消毒機器の拡充

12. 国による唐山地震被害跡の保存

中国では 唐山地震の被害跡9箇所を指定し 永久に保存し さらに 地震博物館を設け抗震に役立たせようとしている。筆者らは これら下記9箇所のうち7箇所視察した。

地震断層の跡	2箇所	視察
汽車修理製造工場跡	1箇所	視察
住宅	1箇所	
利民橋	1箇所	視察
補強を実施した建築物	1箇所	
唐山鉄鋼公司倶楽部	1箇所	視察
河北礦冶学院図書館	1箇所	視察
達謝荘小学校	1箇所	視察

イ 地震断層

- i 道路上に表われた唐山—古冶断層
 水平変位 1.50m 方向 北東25°
 垂直変位 0.70m 右横ずれ
 断層が明瞭に表わされたのは8kmであり この場合道路脇の並木が移動していることで明らかである(写真5)。
- ii 唐山第10中学校庭に表われた断層
 水平変位 1.40m 方向 北東 30°
 垂直変位 0.50m 右横ずれ
 この校庭の並木 歩道コンクリートで水平ずれがはっきり観察され 特にコンクリートの垂直ずれが明瞭にみられる(写真6)。

ロ 唐山汽車修理製造工場

地震前には機関車170両 客車100両を製造し 客車400両を修理している。従業員は7,760人 工場面積は34万 m²である。

唐山地震発生当時 工場で作業をしていた者は約200人で そのうち80人が死亡した。従業員全体では死亡1,768人である。永久保存となった工場は5tの熔鉱炉2基をもつ汽車の修理工場で 面積9100m² 長さ166m 幅60m (3区画) の建物である (写真7)。

その構造は 柱は鉄筋コンクリート 壁は煉瓦 屋根はプレキャスト鉄筋コンクリート構造である。

地震発生当時 左右の揺れで屋根が崩れ落ち 3秒で崩壊した。現在 1年間に客車製造60両 修理500両と製造 修理量は激減している。これは工場全体の移転計画があるためである。

ハ 利民橋

1947年 3径間で作られたTビーム橋で 1956年に5径間に拡幅されており 現在 橋長45m 幅6.2mである。

唐山地震では 床板が若干ずれ 左岸第1橋脚が傾き 左右兩岸の取合石積が破壊された (写真8)。

この橋梁の位置は 震度Ⅸの地域のはづれに当り 最激震地域ではないが この程度の破損で残っており 我が国(日本)の橋梁なら 地震力に耐え得たのではないかと考えられる。

ニ 唐山鉄鋼公司倶楽部

1955年に建設されたもので前面は玄関 事務室で3階建 後は観客室で1,148席ある。全長44m 幅25m 高さ13m 面積1472.7m²の建物 構造は50cm角のコンクリート柱に煉瓦巻きを施行 間隔4m その間 煉瓦壁 屋根は木組トラス 屋根材はスレート張り。この建物の位置は震度Ⅸを僅かにはづれた震度Ⅹの地区であったにもかかわらず 化粧壁が倒れ 玄関のポーチが崩れ落ちた以外 コンクリート柱が少し破損した程度にとどまった (写真9)。

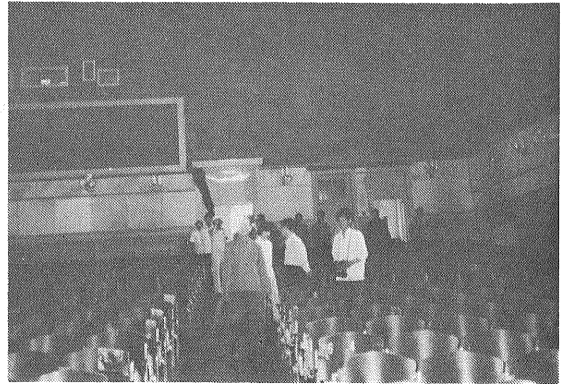


写真9 唐山鉄鋼公司倶楽部 (被害軽微)

ホ 河北礦冶学院図書館

1976年唐山地震発生前完成したばかりの図書館倉庫であり 未だ使用していなかった。設計基本震度Ⅵで造られたものである。

図書館事務室部分は3階で 柱の間隔は2.5mで 1本おきに19mmの鉄筋が4本は入っているという珍しい構造であった。

震度Ⅹの激震にかろうじて持ちこたえたが 閲覧室部分は 部屋の区画が大きく 壁もないためもろくも倒壊している (写真10)。

構造的な説明がないので明らかではないが 閲覧室の梁はφ19mm筋が入っていた。

また 図書館倉庫は4階建であったが 1階が押しつぶされて3階になっている (写真11)。

この大学の図書館には50万冊の蔵書があったが 実験室からの自然発火でうち30万冊が焼失した。

地震発生前 学生は2,000人いたが 現在は1,200人となっている。



写真10 河北礦冶学院. 図書館の倒壊.

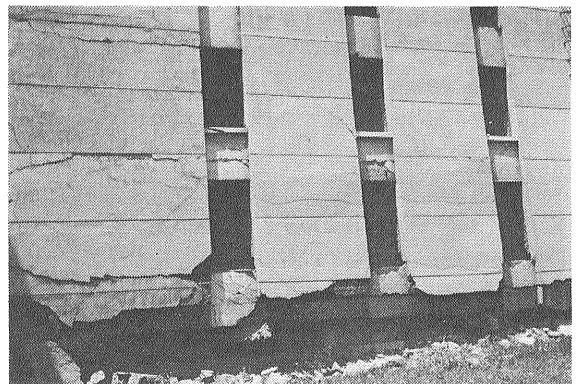


写真11 河北礦冶学院. 倉庫の1階の座屈 (4階建が3階建に)



写真12 達謝荘小学校被災校舎

へ 達謝荘小学校

1965年に建設された小学校で 現在 450 人の児童がいる。この付近は路南地区とって唐山市で最も人口密度の高い地区である。地震発生当時この校舎(長24.6m 巾12.6m 高13.2m 煉瓦造り3階 延面積1031.7m²)の他はスローガン塔(巾10m程度 高さ15m程度)が残ったのみで 住宅は全壊した激災地区である(写真12・13)。

煉瓦造りのスローガン塔が無事に残ったのを見ても地震力の強烈さもさることながら耐震強度の不足を感じざるを得ない。

ト 地震博物館

これら被害跡の保存にとどまらず 唐山市には地震博物館が作られ 地震の被害状況 救援活動 地震後の復興状況を示す写真やパネルが展示されている。また唐山地震とその前兆現象に関する研究の結果もわかりやすく解説されている。唐山の大災害を子々孫々まで伝えこれからの抗震活動の教訓にしようという決意がひしひしと感じられる。この博物館は このほど北京で開催された「大陸の地震活動と地震予知に関する国際シンポジウム」に合わせて本年9月に開館された。

13. 唐山の断層

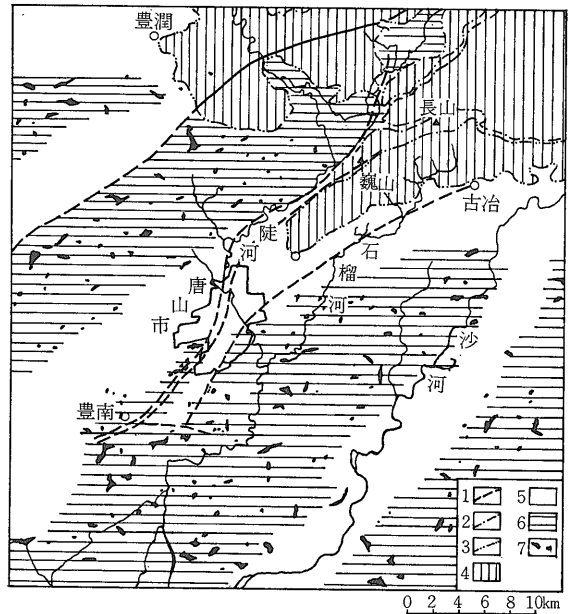
唐山市地域の四辺は 活動を伴う四つの断層によって



写真13 達謝荘小学校附近で唯一に残ったスローガン塔

囲まれており(図15) そのうちには第四系の落差が500mに及ぶものもある。これらにかこまれた地塊中央には対角線をなす一つの断層帯が存在し 唐山地震はこの断層上に発生した(図16)。

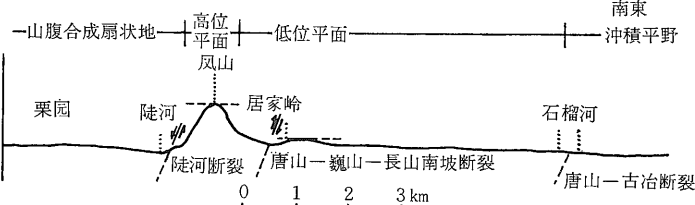
しかし この断層の存在は地震前 開深炭礦の坑内などによってわかっていたが 活断層とは確認されていなかった。唐山断層帯は次の三本の平行した断層で 構



第16図

唐山断層帯新活動図(號ら 1977)(上)と 陡河—石榴河の地形断面図(左)

1. 断層と推定断層
2. 高位平坦面
3. 低位平坦面
4. 隆起の著しい地区
5. 隆起のわずかな地区
6. 沈隆の著しい地区
7. 低湿地



成されている。その規模と新しい活動の激しさは周囲の四つの断層に比べれば小さいものである。

i. 唐山—古冶断層

この断層の走向は西南部ではN30°E 北東部でN50°Eである。断層の南端はE—W走向の断層で切断されている。全長は約30kmである。

唐山以南の部分は2本の平行する断層で構成されており2本の断層間の距離は約500mで断層面はともにNWに傾き西側の断層は逆断層東側は正断層となっている。この断層にはほぼ沿って流れる石榴河は断層の制約をあまり受けていない。

ii. 陡河断層

この断層の北東部はNWに傾く正断層で南西部は平行する4本の断層で構成されている。各断層面はNWに傾き最も西のものは正断層その他は逆断層で全長約50kmである。陡河の形態は著しくこの断層の影響を受けている。

iii. 唐山—巍山—長山南坡断層

この断層はいくつかの断続的なNE—SW走向の断層群で構成され多くはNWに傾く逆断層である。

これら3本の断層は南西の豊南付近で1本に収束し磨坊橋付近で消滅する。また唐山断層帯に伴い一系列の褶曲も存在する。それらのうちでも開平向斜は最大の規模で最大の変形を示し両翼は非対称で南東翼は緩やかで北西翼は急で逆転している。唐山断層帯はこの逆転した翼上に位置している。逆転した翼は断層によって切断され中部の巍山—長山—帯でNE—SW方向の細長い地壘を形成しゆるやかな山地となっている。唐山断層の新しい活動は活発である。

また唐山—巍山—長山断層は高位平坦面と低位平坦

面の境をなしており高位平坦面はこの断層に沿い北東方向に分布し高度は200~250m 低位平坦面は40~80mで南に向かって高度を感じて沖積層に没している。

これらは同一の地形面が断層の活動によって異なる高度の高原になったものであろう。

14. 大衆による地震予知観測

現在アマチュアによる予知観測站は唐山市に8箇所あるが1978年訪中時と異なって唐山坑(注9)は2人の専任職員に担当させ唐山第二中学も先生が自ら観測している。即ち大衆による予知観測站を精選し重要なもののみを残し専門家による観測所の補足点として位置づけている。

イ 唐山坑における予知観測

1976年2月唐山地震の発生する直前にでき4月から観測を開始しており現在地電流 地磁気 地下水温度 水位 地応力 地温を測定している(写真14)。

炭層ボーリング(280m)孔を利用して深さ150m地点で地温を測定している。通常16.4°Cであるが地震前に1°C程度変化する。この方法がこの站では一番よく前兆現象をキャッチしていると思うと担当者は述べている。

また地応力は地下(岩盤中と思う)3mに銅の輪を埋設して測定しているという。

唐山地震前は観測を開始してから僅か3ヶ月であったので分析能力にかけ意見を市や省の地震局に述べることは出来なかった。しかし地震後よく調べてみると水位は変化しているし土地の温度は1ヶ月前から下り直前には急に上昇していたことがわかった。申し訳けないと考えていると説明していた。

ロ 唐山第2中学校における予知観測

本校は36年の歴史がある生徒数1,468人の重点中学(優秀生徒の集団)で予知観測は1973年から実施している。現在の観測項目は地電流 地磁気(偏角) 地磁気(傾角) 歪 脈動の5項目を実施している。

唐山地震前1976年7月18日に地電流が変化したが21日には変動はなくなってしまった。

注9: 唐山坑について

唐山市の主要産業である石炭を採掘する開滦炭礦(従業員12万人)は8つの坑からなり唐山坑はそのひとつである。開滦炭礦は100年の歴史があり解放前は年産80万tであったが現在は年間300万t採掘している。唐山坑の従業員は地震前12,000人であったが地震後16,000人に増加してい

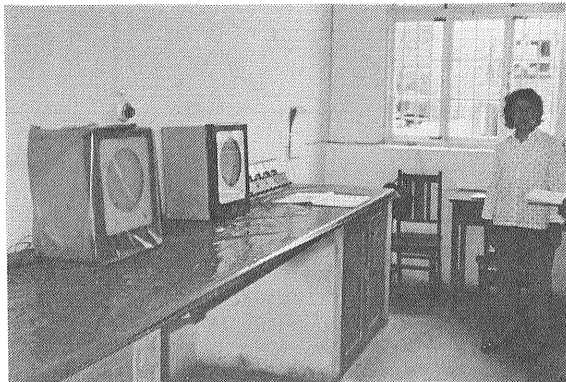


写真14 唐山坑地震予知観測站の観測室



写真15 建設路紅星楼地区の復興アパート群

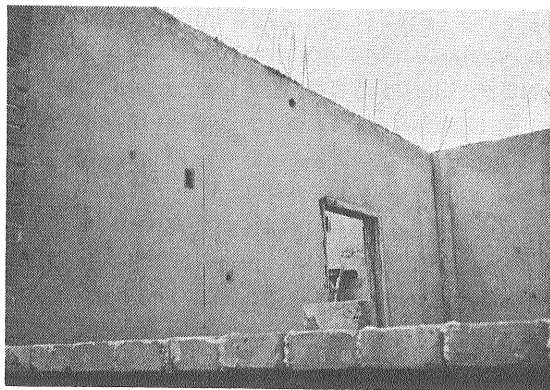


写真16 アパートの構造：仕切り壁が構造壁になっており外周りはレンガ造り（北京市内で撮影）

る。

炭層の厚さは9.1mで深さ843mである。

唐山地震発生時建物33万 m^2 は全部倒壊したが 当夜坑内で作業していた3,000人は全員無事であった。

しかし住宅で就寝中の従業員1,951人が死亡し 609人が負傷した。地震発生後炭礦は地表下505m 迄水没したがポンプの修理をしながらポンプアップするなどして復旧に努めた結果10月には生産を開始することが出来た。生産量は1977年末には地震前と同程度の生産量を確保する迄に回復した。

従業員の住宅は44万 m^2 を建築する計画で 現在50%の復興率で 34%の従業員が新しく建設された住宅に住んでいる。

15. 建設路紅星楼地区の復興

唐山市は現在 118 個所の地区に分けて復興が急ピッチで進められている。その一つである建設路紅星楼地区の復興住宅群を視察した（写真15）。

この建設には河北省邯鄲市の建設隊が当たったが この2年間に34万 m^2 の住宅を建設し 一部の地区ではすでに入居している。

一棟は5階建てで 建築面積3,000 m^2 各階12戸 計60戸が収容される。1戸当りの建築面積は50 m^2 (3DK) であり 現在の中国の情况から言えばゆとりのあるものである。構造はコンクリート壁で 外壁は煉瓦造りという筆者らには特異に思われるものであった（写真15・16）。設計基準震度はⅧである。

商店街 小学校も建設されており 現在の中国の住宅事情から考えると 大変めざまれていると思われる。

16. 地震予知の社会的影響

国家地震局地球物理研究所（国防防災科学技術センター 1979）に 十番目の研究室ができた。すでに報告（高橋 1980）してあるように 中国の地震予知は空振りしたり

誤まって予報をだしたり 或は予報しそびれたり 誤まちを重ねながら次第に成功するようになってきた。しかし 唐山地震を予知出来なかつたショックは大きく 各省とも敏感になり 確たる根拠のないまま予報を乱発し 地震が発生しなかつたケースが続発した。

例えば 広東省では唐山地震の直後 前兆現象が明確でないにもかかわらず 短期予報 臨震予報まで出した。そのため 省内の二分の一にあたる地区の住民の95%が約2ヶ月に亘って避難する事態が生じ 社会的混乱を招いた。

また 香港から福建省の海岸付近で地震が発生するというデマが発生し 大きな社会的不安が生じた。

地震予知は このように社会的に影響を与える要素が大きいため 中国でもこれを重視し 主任は顧切叙 国家地震局地球物理研究所長が兼務して研究を始めたものである。

現在の研究内容は次のとおりである。

(1) 空振りに対する調査

空振りには 社会的不安を伴うので 経済的損失 社会的反応などの調査を行う。

(2) デマに対する調査

地震発生の際に発生し 社会不安を生じたものの調査。

(3) 被害想定等の調査

人口密度の高い地域を中心に 経済損失 住民の心理等について調査で 中長期予知についての影響なども調査を進めたいとしている。

17. 中国の抗震防震事業の体制

中国の地震対策は地震予知事業と地震対策事業からなりたっている。地震予知事業は国家地震局によって統一的に管理されており その詳細は筆者などにより報告

されている(地震学会 1978 静岡県 1978 尾池 1978 国立防災科学技術センター 1979 高橋 1980 など)。地震対策事業は国家建設委員会抗震弁公室(事務室)によって統一的に管理され、地震の多発する省・市・自治区ならびに国務院各部等の抗震弁公室によって実務が実施されている。それらの主な任務は 1.地震対策事業費材料の計画管理 2.地震災害軽減事業と都市の地震防災管理 3.新築建造物の地震防災設備審査と管理 4.現有建物と各種施設の耐震査定と補強工作 5.大地震の考察と経験事例のとりまとめ 6.地震工学の科学研究と国際科学技術協力の組織化の推進 その他国内外の学術活動 7.地震対策と地震防災事業(抗震防震工作)の基本的常識の啓蒙活動 である。

1978年5月全国的規模をもつ地震工程(地震工学)学術委員会が成立して、各種の地震対策業務の学術活動を担当する組織が作られ、また同年8月には国家科学委員会地震工程専業(事業)が結成され、地震弁公室と協力して地震工学の重大な科学研究計画に協同で当り、大きな発明創造の審査をしている。国の各部や地震多発省、市工科大学などに、唐山地震以後次々と地震工学の研究組織が作られ、地震工学の基本理論と応用技術及び耐震補強技術と都市防災などの分野についての組織的研究を手がけはじめた。

以下に各分野の概要を紹介する。

18. 地震被害に関する考察

イ 耐震施工の必要性

建国以来マグニチュード6以上の被害地震は350以上にのぼり、特に1966年以降、今世紀4回目の地震活動の高揚期(防災科学技術研究資料 No.44 p.23参照)に入り、マグニチュード7以上の強震が22個、平均して毎年1個半発生している。大地震のたびに地震工学の専門家は直ちに現場に出むき、成功と失敗の両面から教訓をえて、実用と実践面での重要な基本データとしている。

幾度かの大地震の被害経験を通じて、きっちり耐震設計された、或は耐震性をはっきり考慮した建築物だけが地震による大破壊を大幅に減らせることが証明された。例えば遼陽化学肥料工場の造粒塔(高さ67m、重さ600t)は、設計時震度Ⅶにおいて砂の液状化現象の可能性がわかり、計画より太いパイプをより深くまで打ち込み、さらにかかなりの量の斜杭を打った。その結果、海城地震の際いたる所で噴砂噴水現象が発生し、周辺の建物に被害が生じたにもかかわらず、造粒塔は全く被害を受けなかった。唐山地震でも震度Ⅷを基準に建設した第1メリケン粉工場は、5階建の鉄筋コンクリートラーメン構造

で、地震時震度Ⅹであったが基本構造は完全にもちこたえることが出来ている。

ロ 都市地震防災対策の必要性

震度Ⅶ以上の地震におそわれた地域の面積は国土の1/3強を占めており、全国200程の都市のうち、半数がこの地域に入っており、その内人口50万以上の都市が33ある。ことに北京、天津、大原、大同、呼和浩特、包頭、西安、蘭州などの重要都市が震度Ⅷの地域に入っている。このため都市防災計画をしっかりとやることは、とりわけ重要なことであり、唐山地震の経験をふまえて、地震防災事業の重点都市が定められた。すなわち中国地震烈度区画図に基づき、長中期予報、地震区あるいは地震帯と地震活動の危険性の分析、さらに都市の政治、文化、経済、人口など多方面の要素を総合分析して、37市を選び、都市地震防災事業を重点的に推進することとした。当面は(1)地震史料と地震工学的現状資料の収集、整理、分析、特に関連ある地震地質、地面の運動および各種の建築物と工業施設の耐震性能の分析、(2)今後百年以内に各都市をおそうであろう最大震度に基づき、その場合の被害予測、(3)都市地震小区区分の設立、(4)都市耐震設計基準の制定、地震防災措置事業の実施、(5)現有建造物の補強工作と新築建造物の耐震工作等を平行してすすめることとなった。

現有建造物と工業施設に対し耐震補強をすることは、現有建造物の耐震性を高め、来たるべき地震による被害を軽減するための積極的で有効な措置で、当面の都市防災事業の重要な項目である。唐山地震は、地震前の補強工作の有無により被害に大きな差のあることを証明した。例えば、天津市房管(家屋管理)局は海城地震後2万余の民間家屋の補強を実施した結果、唐山地震でそれをしていない周辺地域の家屋が重大な破壊や倒壊にみまわれたのに対し、一戸の倒壊も出さずにすんだ。また天津発電設備工場は海城地震後自身の手で約40tの鋼材を使って、工場全体の64項目の主要建造物の補強を行った。その結果唐山地震ではどの屋舎の倒壊もなく、千台以上の設備が損失をまぬかれ、地震3日後にはもう正常生産態勢に入ることができた。しかし、隣の天津重機械工場は耐震補強工作をしていなかったため、唐山地震で屋舎の骨組みが部分的に崩落し、大型屋根板が落下し、支持構が破壊され、外回りの防護壁が倒れ、地震後半年にわたって生産が止まり、修復に700t余の鋼材が必要となった。

耐震補強工作を重点的におすすめている分野は(1)都市機能を維持するための各種根幹システム、例えば給水、給電、通信、交通、医療、消防、食糧等、(2)国民生

活に直接的な関係をもつ重要鉱工業企業 (3)重要都市や鉱工業地震の上流にある貯水量1億 m^3 以上のダム の堰堤と余水吐 導水施設 (4)主要鉄道幹線上の重要橋梁と五所一室(操車所 信号所 変電所 給水所 電話所及び指令室) (5)電力中枢をなす重要発電所と中枢変電所 (6)重大な2次災害を誘発する可能性のある施設(火災 水害 爆発 毒ガスあるいは病原菌や放射性物質の発散など) などである。

19. 都市地震防災に対する唐山地震の経験と教訓

国家基本建設委員会抗震弁公室の陳寿梁ら(1980)の論文からの抜粋をしておく。

唐山地震ではじめて大工業都市が大地震の経験をし天津 北京までもその余波をうけ この地震は都市地震防災の教訓をくみとる上で大変重要で現実的な意義をもっている。

(1) 地震災害の観点から地質を検討し 都市用地を適切に選ぶべきこと (6.ト 10.(2) 11.イ 注8参照)。

(2) 地震の2次災害を防止すること

炭坑では地下水の湧水量が地震前の1.7~5倍になり最大の場合毎分160 m^3 に達した。このため予備電源と応急排水が2次災害の軽減と迅速な生産回復のキーポイントになった。

唐山市開平化学工場ではバルブコックの破損から液体塩素が流出し 2人がそのなかで死亡した。幸いたまた大雨が降ったため稀釈され 地区住民に重大な危害が及ばずにすんだ。天津化学工場でも塩素ガスが漏れたが 時をうつさずふさぎ止められたので これまた重大災害とならずにすんだ。

このようなことから都市の建設の際は可燃性物質 爆発物および劇薬毒物を生産 貯蔵する工場 倉庫 貨物置場は諸規定を厳格にし 市民の居住区から離して建設し しかも十分な安全隔離地帯か防護林帯をもうけ 耐震処置を強化しておかなければならない。現にある有害環境や2次災害を起しやすい工場 倉庫 貨物置場とその施設に対しては それぞれの状況に応じて 都市計画の要請にのっとり 計画的に市街域から移転させるべきであり 急には移転しがたいものには何らかの防護処置をする必要がある。都市や工場を新設する場合 大及至中型ダム崩壊時に直撃をうける恐れのある下流域に配置してはならない。

(3) 各種ライフラインの確保

すでに述べたが若干補足すると次のようである。

唐山地震の経験で野外と地下室内設備および耐震性の

よい設備には損傷が少なかった。今後は耐震措置をとるとともに 高圧送電線の複雑化 ネットワークを組み予備電線を確保することなどが重要な配電措置となる。

給水については可能な限り「多水源分区給水」方式をとること 条件のよい所はできるだけ多く地下水源を利用し 加圧押し上げ式井戸も予備水源として動員できるようにすること 配管系の耐震性をますとともに環状配管にすること 局部的破壊をうけても相互間の水の融通をはかれるようにすること。

通信は通信建物の耐震性の確保と 設備 通信線の耐震性能を強化すること。

交通では落橋と家屋の倒壊が道路を遮断し 幹線道路が10時間以上も通行できず 自家用車のない中国でも時には10km以上も渋滞し 救援活動に深刻な支障を与えた。そこで橋の耐震性能の強化 道路計画に際して都市防災上の要請を十分配慮するとともに外部への交通出口を十分な数設けること。

(4) 公共緑地を適切に拡張し 地震防災の見地からの都市緑地の役割の発揮

都市公園緑地は平時の文化的生活 環境改善 都市美化に役立つとともに唐山地震では安全島(地帯)としての重要な役割を果たした。唐山市の鳳凰山公園 人民公園についてすでにのべたように 天津市の25の公園緑地に18万人 北京の中山 天壇と陶然亭公園に17.4万人の避難民が収容された。このことから都市防災計画に際しては公共緑地計画を重視すること。自然条件を十分考慮しつつ 都市は公共緑地 防護緑地の建設をとり入れた計画を立てるべきで さらに街路 広場および沿岸緑地の建設 特に合理的に配置された住宅地域内の小形緑地の建設に力を入れなければならない。

(5) 地震防災計画の見地から小都市の建設を 都市総合長期計画と一体化して実施する必要

百年の歴史をもつが唐山市は人口密集し 都市計画はきわめて不合理であった。そのことが地震被害を大きなものにした。すなわち 人口の集中した市街地区での死亡率は21.3%に対し 人口の比較的分散した郊外でのそれは14% 農村部のそれは都市部に比べてずっと低く 震度の同じであった豊南県の市街区でも唐山の半分であった。このことは都市の肥大 人口の集中がすすめばすすむほど被害もまた大きくなることを示している。この経験から都市の総合長期計画に当ってはまずなによりも地震防災を十分考慮して土地を区画し その利用計画をしっかりと立てることが必要である。特に大量の盛土はできるだけ避け 傾斜の比較的きつい所は台地に整備し 地震動応力を小さくする。また道路計画では地震時の人の避難 集散及び救護活動を考え 地震時の交

通量の増加に注意を払わなければならない。さらに建築物の密度を厳格に規制し 地下構造物の耐震性のすぐれている点を十分活用し 耐震建築をすすめていくとともに 特に近代的都市では都市の基盤構造と人の環境構造に十分な考慮を払って 有利な耐震措置をとるべきであろう。

20. 中国地震烈度区劃図の編纂

中国地震烈度区劃図作制に当っては まず第一にその地域の地震活動と地震地質条件の共通特性と相関の程度地震区と地震帯の区分 地震活動の規則性 発震構造条件と地震の影響域の特性等の基本要素の研究が必要である。次に 各地震区 地震帯内の地震活動の発展過程を分析し 地震の時間 空間的及び強度の特性と規則性を研究し それにより 各地震区 地震帯の今後100年間に起るであろう地震活動のすう勢と その最大マグニチュード およびマグニチュード別地震個数を見積もる。さらに大小さまざまな規模の地震の発生原因と 地震区地震帯内の地質と構造条件との対応の分析を通じて 各強さの地震の発震構造を研究する。そして 地震活動と地質条件の総合的な分析結果に基づいて 各地震区地震帯中で今後100年間に起る各規模の地震の位置 地帯を判定し それぞれの規模の地震に対応した危険区域図(各級地震危険区)を作る。最後に 歴史地震と震央震度のデータともならみあわせて 危険区域内の地震規模を震央震度に換算し 危険地域の範囲 すなわち 来るべき地震の最大震度(注10)を示す地域(震央烈度区)を見積もる手順となるであろう。

注10 (1)中国で普通用いている震央震度(I_0)と震源の深さ(h)に関する経験式は

$$M=0.68I_0+1.39\log h-1.40$$

ただし M:マグニチュード I_0 :震央震度

(2)今後100年間の最大震度はその地区の基本烈度(基本震度)と 今後出される地震予知情報が基礎となるので とる期間により変わることがありうる。

(3)基本烈度とはその地区が今後一定期間内に 一般的な土地条件下でうける可能性のある最大震度である。

(4)一般的土地条件とは その地区に共通する土地の基本的な土質条件と 一般的な地形 地容 地質構造等をさしている。

(5)基本烈度は《工業と民用建築抗震規範(TJ11~78)》中のⅡ類の土質条件を標準的地盤条件としている。

(6)上記 TJ11~78中の地盤区分は Ⅰ類:安定基盤 Ⅱ類:ⅠとⅢ類を除く一般的安定土 Ⅲ類:飽和松砂(ゆるい砂) 軟弱乃至流動的シルト へどろ へどろ質土 沈積土その他の軟弱土による人工埋立土等 である。

21. 各種耐震設計基準 仕様の制定

1957年以来 あいつぐ数度の地震地域で建築設計基準の草案が制定されてきたが 1974年国家建設委員会は《工業用及び民間用建築耐震設計規準(TJ11~74)》を公布し 国家としての基本仕様とした。唐山地震後その経験により改正した主な改正点は次の通りである。

- (1)防護基準を適切に高めること すなわち一般建造物の設計震度に基本震度を採用するように改正し(1979年8月1日より実施)設計震度を下げることを行わないようにすること。
- (2)飽和シルト(軟面粘土 粒径が0.05mmより大きく 鉱物粒が総重量の40%以上を占めるもの)の液状化に対する配慮を大きくとりあげるようにしたこと。
- (3)家屋構造の影響係数を再検討し よりきめ細かい分類にしたこと。
- (4)従来震度Ⅸ以上に対してのみ考慮されていた土地の垂直方向の地震荷重を震度Ⅷまで下げたこと。
- (5)耐震構造処置の充実に重点をおくこと。

この基準は多くの面で予防措置を規定し 被害軽減をねらったものである。例えば 基本震度と設計に当って採用すべき震度を正確に評価すること 建築に有利な条件をそなえた土地を選ぶこと 軟弱地盤には合理的処理をほどこすこと 家屋構造に合理的な部材配備を考へること 地震荷重を正確に算定すること 有効な耐震構造措置を講ずること 細部設計と部材結合に注意を払うこと 施工の質を良好に保つことなどである。これらは当り前のことのように思われるがこの一例一例 唐山地震の厳しい経験から悟ったことである。さらに 現有建築物の耐震補強をするための補強鑑定基準を作成し「工業と民用建築抗震鑑定標準(TJ23~77)」が公布される。

22. 地震工学の科学的研究

中国における地震工学の研究は1950年代に始まり ある程度の成果を修め ことに地震被害の分析と家屋構造の動力学的特性の分野でかなり多くの研究がなされた。

唐山地震後 各部門での耐震研究単位のあいつぐ創立と活動の強化拡大により 次のような分野で初歩的成果が得られている:多層レンガ構造家屋の耐震性能 多層鉄筋コンクリートラーメン構造をなす梁と柱の結合部の構造 ラーメンはめこみ壁の耐震性能 鉄筋コンクリート柱の延性 家屋の振動減衰処置 ラーメンの弾塑性についての動的解析 家屋の構造の人工地震波による応答解析 平屋工場屋舎の耐震支持構の受力性能 各種建造

物の補強処置等。これらの分野の研究をさらに深くすすめるための基礎がたてられつつある。

1978年 地震工学科学技術発展計画(1978~1985)が制定された。この計画案では 耐震研究試験設備(例えば大型振動台)の強化と強震観測台網の整備(3~5年以内に主要地震多発地域に強震観測台網の建設 移動観測体勢の整備 データ分析交換センターの設立)により より多くの実験と強震観測データを集積し 地震工学の発展に強固な基礎と創造条件を作りあげることが目標に掲げられている。またこの計画では これまでの地震の地震工学上の経験 特に唐山地震の経験をさらに深く総合的に検証することを求めており 唐山地震の全面的な総括資料集の正式な編集事業が行なわれる。

さらに同計画では 強震動の特性 家屋構造と地盤の相互作用 地震動に対する構造物の動的解析法 構造の破壊機構 土の動力学等の基礎的理論研究の発展を要請している。そして「耐震設計基準」と「耐震鑑定基準」の改訂に資するため各種建築構造の耐震性能と耐震措置の研究を求めている。

都市地震防災は中国の地震学研究の中でも新しい分野で 同計画は北京 天津などに対する地震地質 強震時の地盤の運動 都市地震被害予測 ライフラインシステムに対する防災技術 都市地震対策マニュアルの作成などを求めている。

耐震補強措置の研究は唐山地震以後の地震工学研究に対して新たに提起された緊急課題で さしあたっては 多層レンガ構造家屋と組立式平屋工場屋舎の耐震能力の増強措置の研究に重点がおかれている。前者に対して 広く用いられている補強方式としてはレンガ壁を加えること 壁面に鉄筋網をかぶせてその上にモルタルをぬること アーチを加えること 引っぱり部材や鉄筋コンクリート柱を増やすことなどである。

注11 中米地震研究科学技術共同協定書(1979年1月31日調印)中の地震工学と地震被害軽減の共同研究項目には次のようなものがあげられている。

- (1)中国に強震計を設置配備し 大地震と余震の引き起す地盤の運動のデータを集め 得られたデータを両国で分ち合うこと。
- (2)中国に強震記録のデータ処理分析施設を設立すること。
- (3)破壊性地震の地盤の運動特性の研究。
- (4)大地震発震中の建造物支持構造の応答 安全性 破壊機構と主構造設計の研究。
- (5)土壌と土構造物の耐震強度の研究 特に砂の液状化とシルトおよび軟粘土の側方圧力の応答の研究。
- (6)都市地震災害軽減の技術の研究等。

23. おわりに

唐山市を視察し 地震発生後 5年経過した現在でも 当時の状況を容易に想像しうる程の文字通り 潰滅的な打撃を受けた状況を見て地震対策の重要性をあらためて深く認識した。

その何れの被害例も典型的なものであり 防災対策は基本を着実に実行しなければ自然現象は妥協を許さないものであることを物語っており 静岡県がこれ迄進めて来た対策の基本的な考え方の正しかったことを再確認した。

今後 予測される東海大地震の対策をさらに推進するに当って 唐山地震の実際から学び有効な方策を引き出して行きたい。

調査期間が短時間であったため 整理してみるとなお聞きたい点 不完全な点のあることを痛感している。

最近の長崎集中豪雨災害(82年7月)をみても 事前の防災対策がいかに大切であるかを切実に知らされたとともに 大災害の発災時 特に大都会の場合市民一人一人の対応にのみ頼らざるをえないことも実際に示され 行政対応の限界とともに 発災及びその直後の市民の活動を支援する効果的な行政政策の必要も痛感された。

最後にマグニチュード8級に相当する大地震による百万大工業都市の潰滅の代価によってえられた隣人の貴重な教訓を 東海大地震をむかえうつ準備に有効に役立てもらうとともに 地震列島在住諸氏の地震対策に重要な参考資料として活用していただくことを念願して筆を止めます。

参考文献

- 魏順民・ほか6(1977) 唐山地震区域構造背景と震害模式的討論 地質科学 第4期 305-320(訳文:国立防災科学技術センター 1979)
- 静岡県(1978) 静岡県訪中地震視察団報告書 pp154
- 地震学会(1978) 1977年地震学会訪中代表団報告集 pp155
- 尾池和夫(1978) 中国の地震予知 NHK ブックス pp235
- 国立防災科学技術センター(1979) 中国の地震予知の現状—1978年訪中地震予知調査団の報告 防災科学技術研究資料 No.44 pp169
- 高橋博(1980) 群測郡防—中国の地震対策(その1 その2) 地質ニュース No.315 38-54 No.316 24-31
- 程震文(1980) 中華人民共和国抗震工作概況 pp14(北京)(訳文:国立防災科学技術センター 1981)
- 陳寿梁・周炳章・袁民川(1980) 唐山地震房屋震害和城市地震防災 pp20(北京)(訳文:同上)
- 国立防災科学技術センター(1981) 中華人民共和国地震工作概況 唐山地震家屋被害と都市地震防災(翻訳) 防災科学技術研究資料 No.56 pp32
- 国家地震局「1976年唐山地震」編輯組(1982) 一九七六年唐山地震 地震出版社(北京)