

### 3-5 土木施設の被害および機能障害

最大の被害が生じた人口 125,000 人を擁するエル・アスナム市は地中海沿岸から約 40 km 南に位置し、ほぼ東西に流れるシェリフ川の河岸段丘上に発達した都市である。約 200 km 東には首都アルジェ市があり、約 200 km 西には港都オラン市がある。エル・アスナム市の南東約 10 km に地震によって生じた断層の南の枝端が現われている。

またエル・アスナム市の東方約 20 km にはウェッド・フォッダ市が断層の直上付近にある。更に東方約 15 km にエル・アタフ市がある。被災地の中心都市はこの三つであり、この三市を經由して、国道 4 号線、通信線、鉄道が、東はアルジェ市に、西はオラン市に通じている。県庁所在地であるエル・アスナム市は、東西のアルジェリアの主要都市を結ぶ重要な役割を担っている都市の一つである（図 3.1 参照）。

#### (1) 道路の被害

国道 4 号線、19 号線および県道では 29 箇所の不通区間が生じ一時交通が途絶した。特にエル・アスナム市とエル・アタフの間で路面の亀裂および盛土の法面の崩壊が多数生じた。道路橋は 6 橋が落橋し、さらに 6 橋が損傷を被った。

#### (2) 鉄道の被害

4 箇所が被災した。エル・アスナムとウェッド・フォッダ間で 400 m にわたって盛土の法面が崩壊した。鉄道橋は 3 橋被災したが、被害は軽微であった。

#### (3) 上水道の被害

配水管および農業用水路に被災が生じた。水槽の被害は多数に及んでいる。送路管、ポンプ場には被害はなかった。

#### (4) 下水道の被害

地下水路、埋設管に亀裂が生じて使用できない。汚水処理場、ポンプ場は被災した。

#### (5) 電力施設の被害

発電所、変電所、送電線等には被害は無かった。柱上トランスは被害を被った。

#### (6) 電信電話施設の被害

エル・アスナム市で電話局が完全に倒壊した。エル・アスナムとウェッド・フォッダ間で幹線の地中線が 3 箇所切断された。

#### (7) ガス施設の被害

ガス製造施設は被害を蒙った。ガス管路、調圧器等も被災した。地震後 15~30 分の間にガスの供給は停止した。天然ガスパイプラインの被災については不明である。

#### (8) 河川施設の被害

ダム、水門等には被害なし。

#### (9) 地盤に生じた被害

シェリフ川に液状化現象が生じた。断層によるギャップのためにシェリフ川の一部が堰き

止められ、天然湖ができた。

断層に沿って地割れ等の地変が生じた。

### 写真説明

- 写真 1. 罹災者のためのテント村(エル・アスナム市近郊)
2. # (エル・アスナム市内)
3. # (ウェッド・フォッダ市内)
4. 地震によって生じた断層(ウェッド・フォッダ市)
5. # ( # )
6. # ( # )
7. # (ベン・ラッシド村)
8. 弾性波速度の測定地点(製粉工場,  $V_s=230\sim 240\text{ m/s}$ )
9. # (シェリフホテル,  $V_s=260\text{ m/s}$ )
10. # (住宅団地,  $V_s=210\text{ m/s}$ )
11. 弾性波速度の測定装置
12. 弾性波速度の測定地点(シェリフ川河岸  $V_s=300\sim 350\text{ m/s}$ )
13. # (セメント工場  $V_s=110\text{ m/s}$ )
14. シェリフ川に架る被災した橋(エル・アスナム市)
15. # (一車線規制)
16. # (支柱部)
17. # (斜材)
18. # (床版)
19. # (断層近傍)
20. # (橋脚は無被害)
21. # (橋台の沈下)
22. # (PC桁の横ずれ)
23. # (横ずれ70 cm)
24. 運行されている鉄道
25. 跨線橋の被災した橋台の仮り復旧の状況
26. 跨線橋の交通止め
27. 目地が開いた程度の重力式コンクリートダム(高さ105 m, 断層から約20 km に位置する)



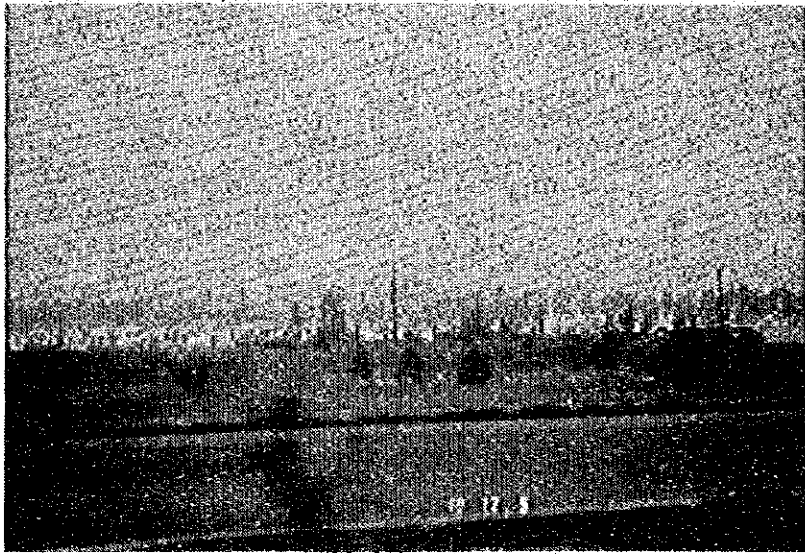


写真 1

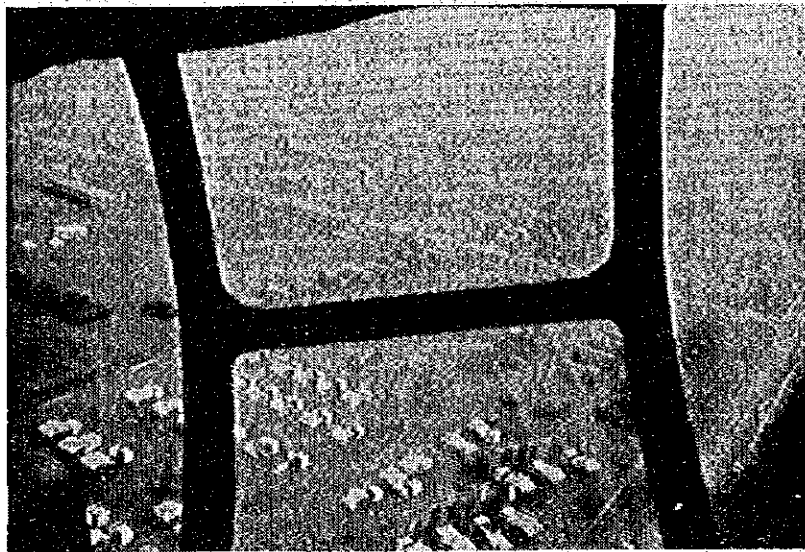


写真 2

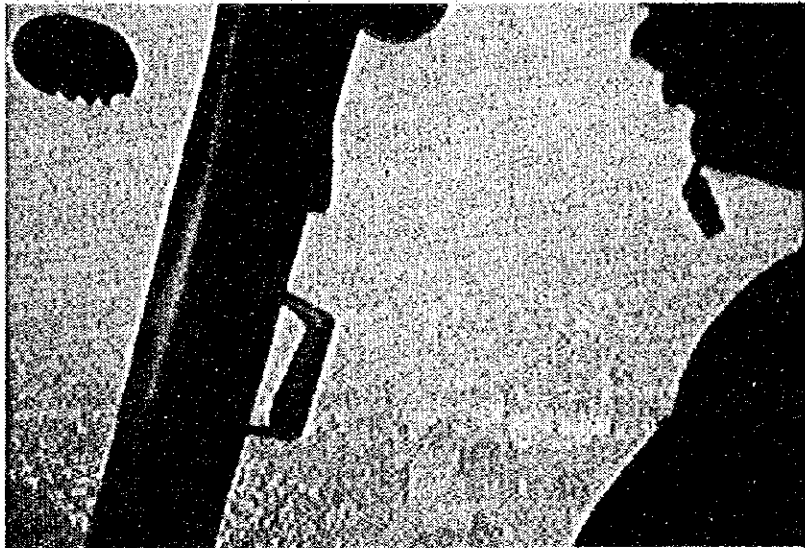


写真 3



写真 4



写真 5

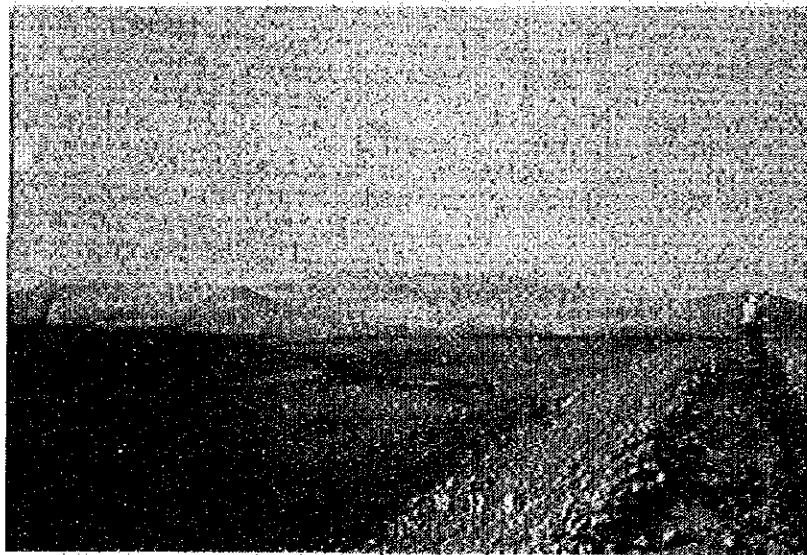


写真 6

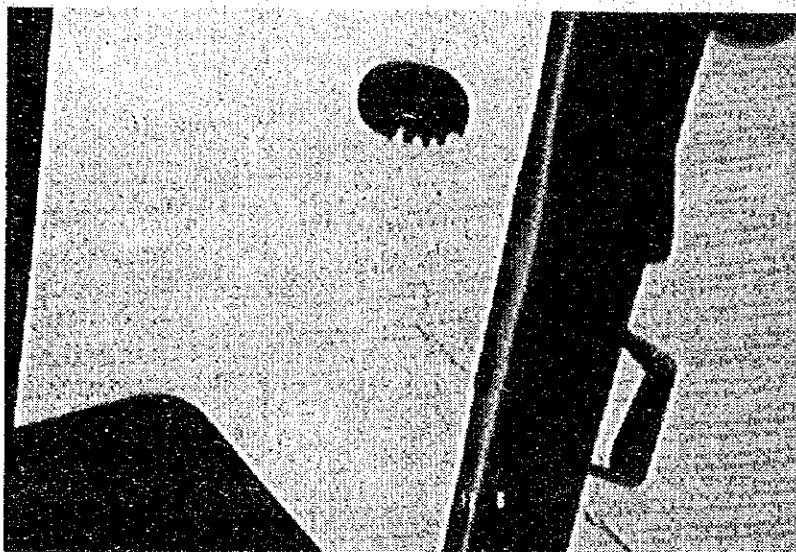


写真 7

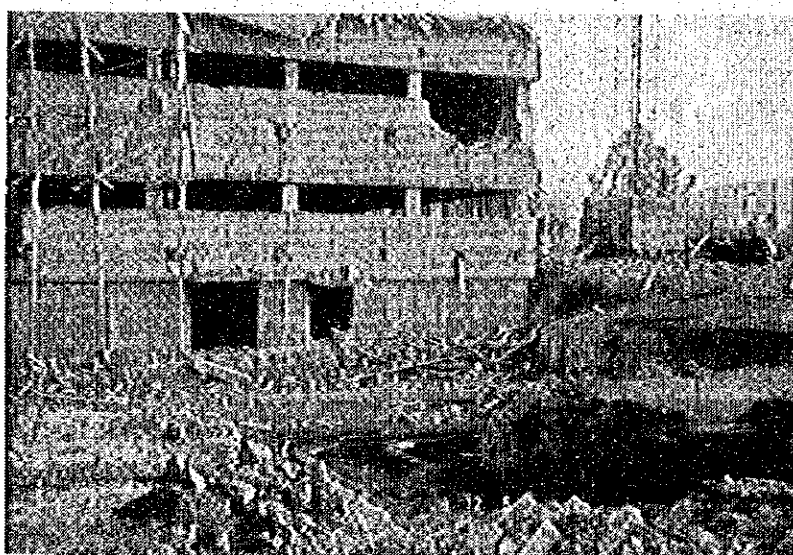


写真 8

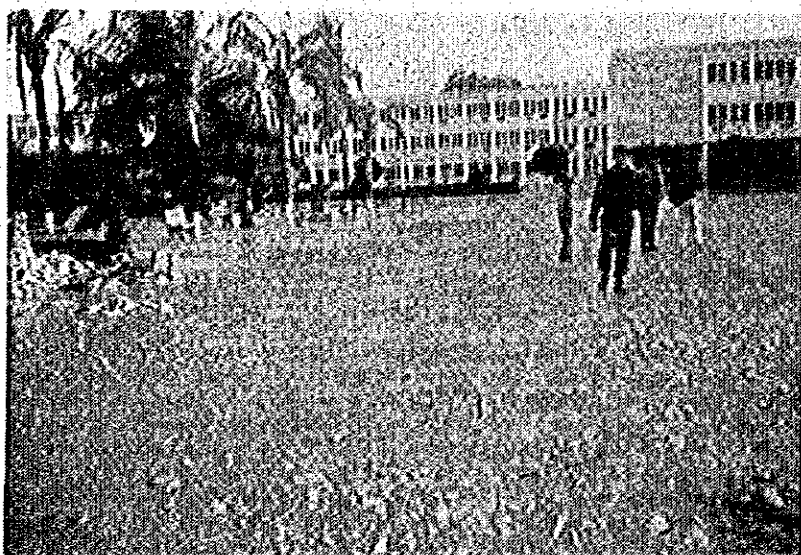


写真 9

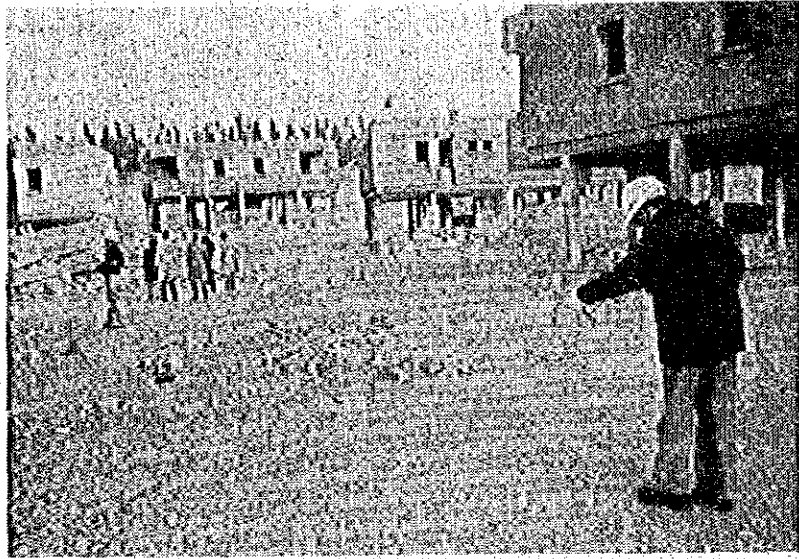


写真 10



写真 11

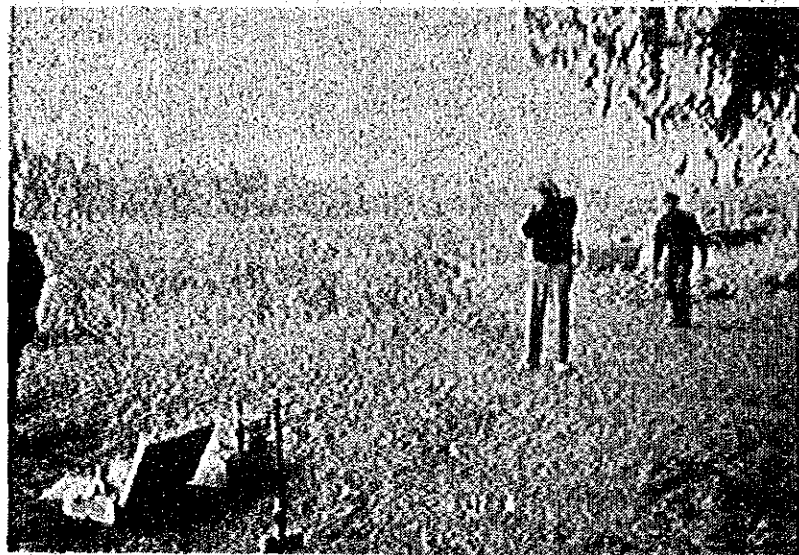


写真 12



写真 13

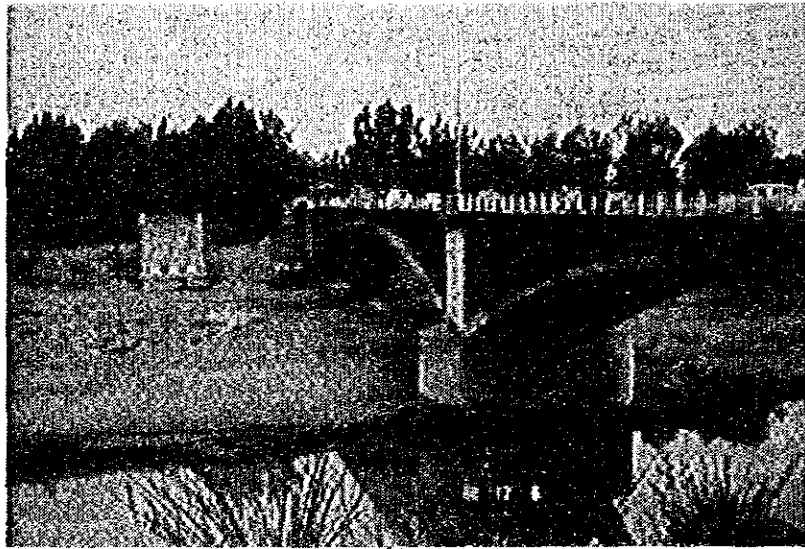


写真 14

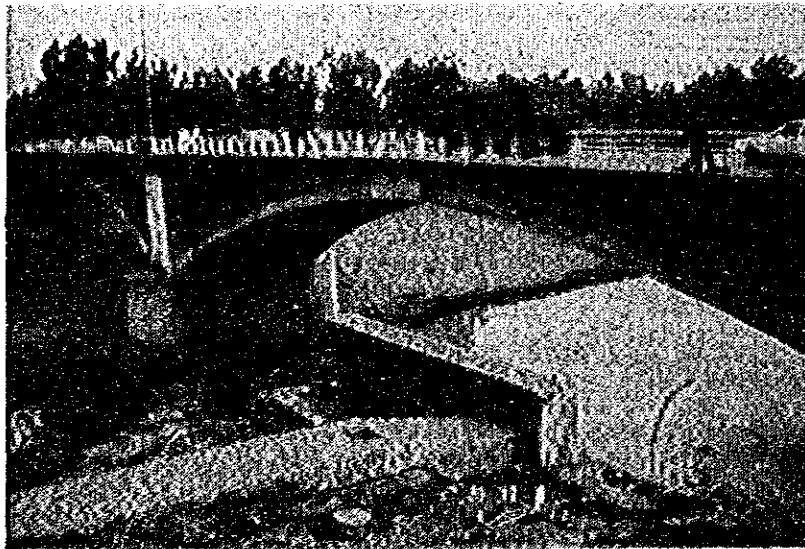


写真 15



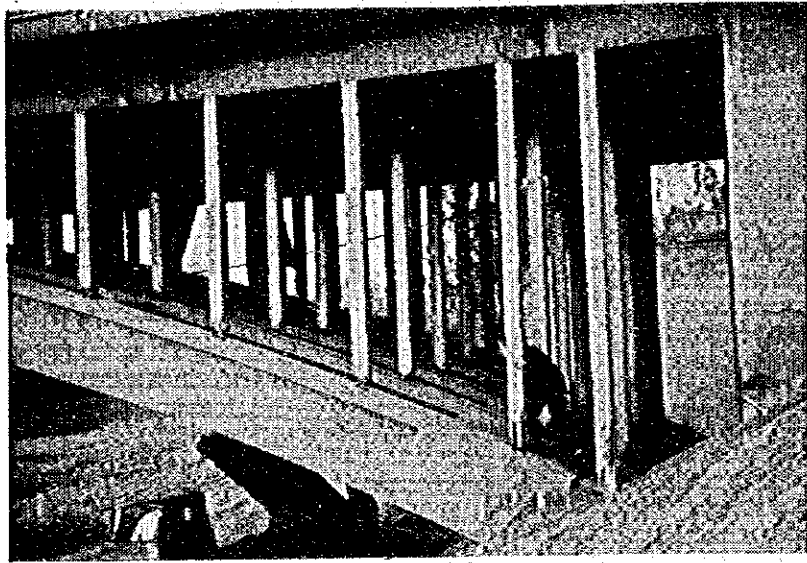


写真 16

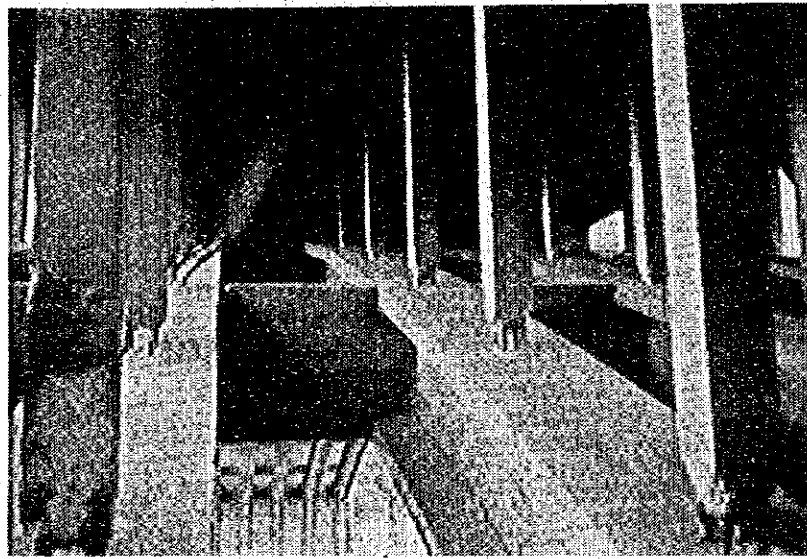


写真 17

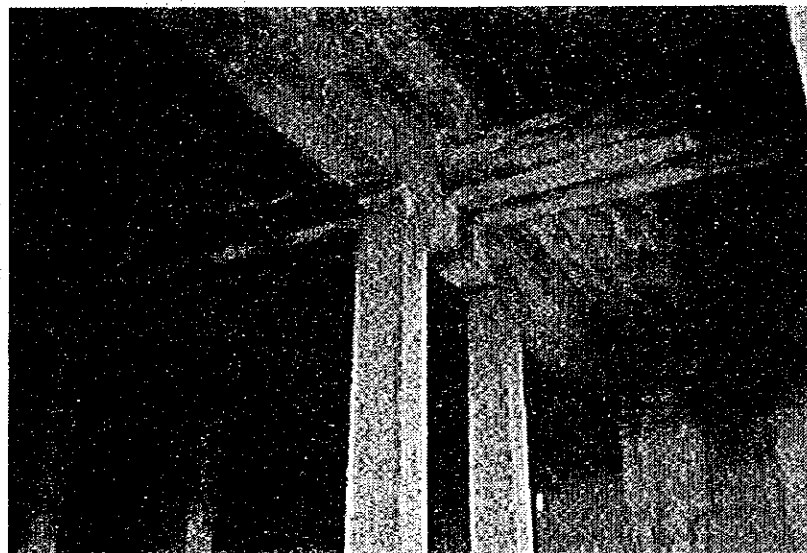


写真 18

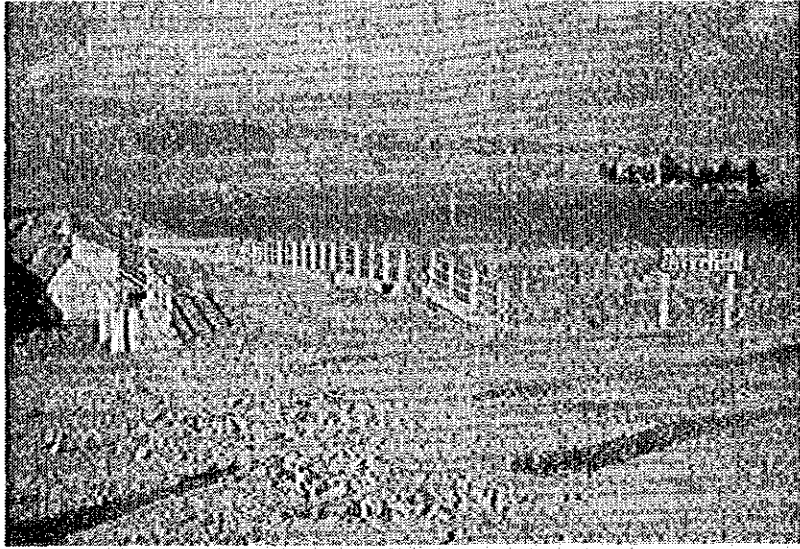


写真 19

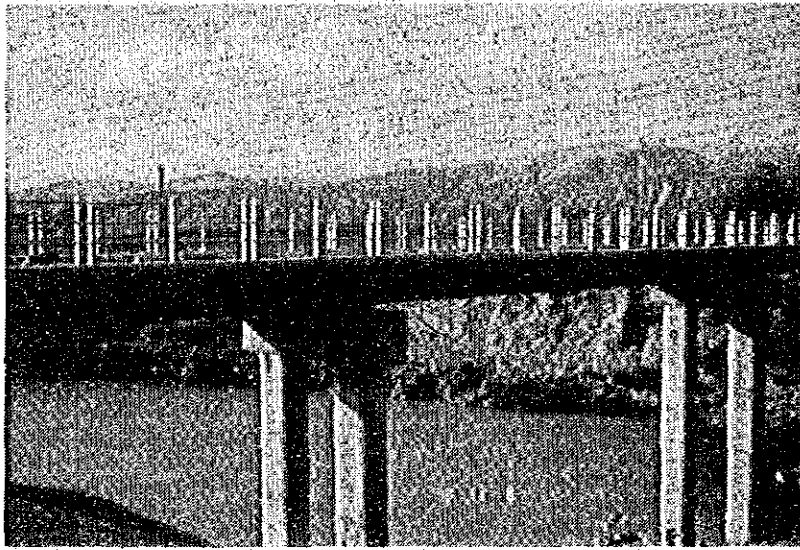


写真 20

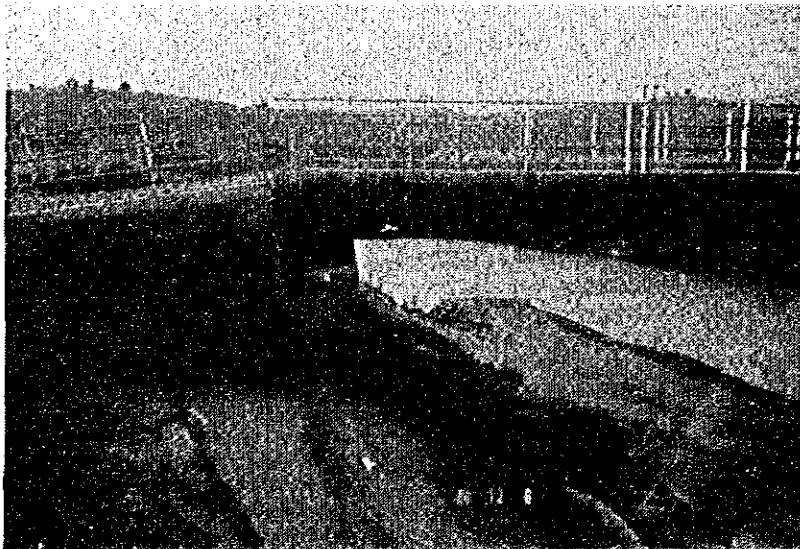


写真 21

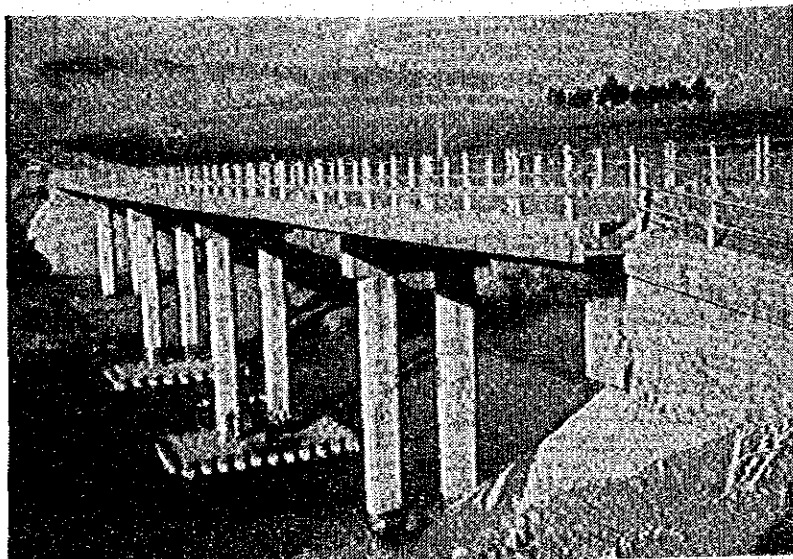


写真 22

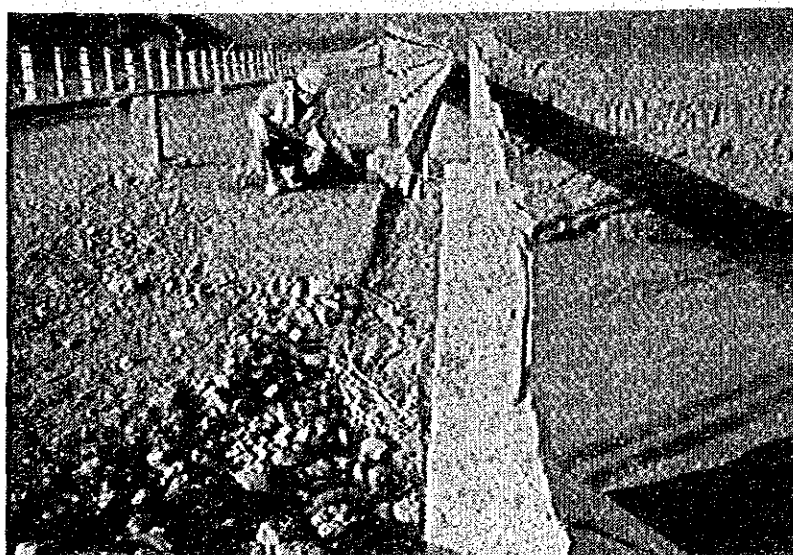


写真 23

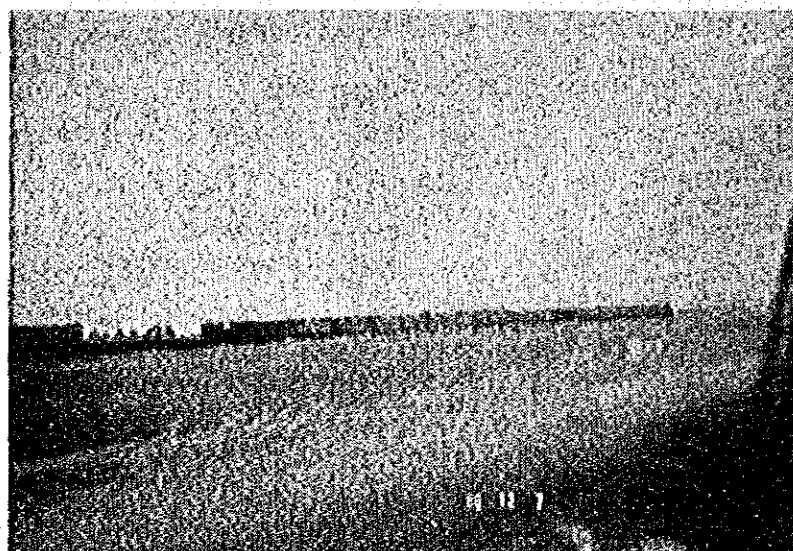


写真 24

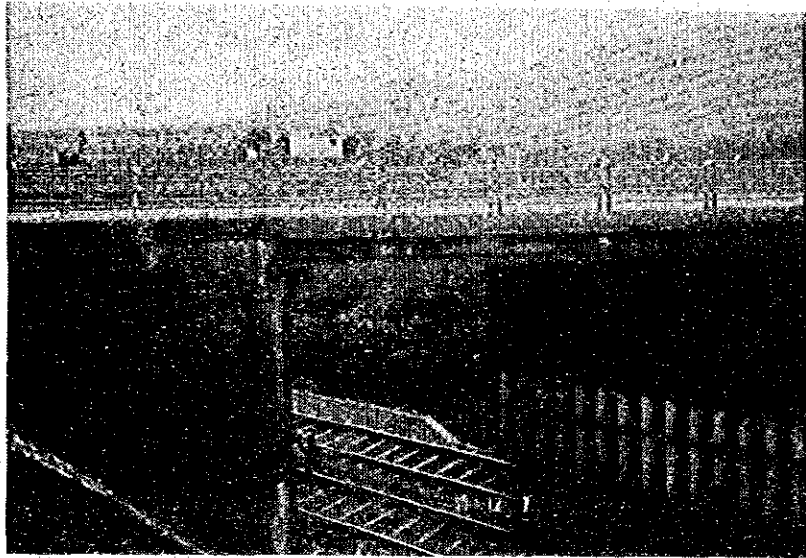


写真 25

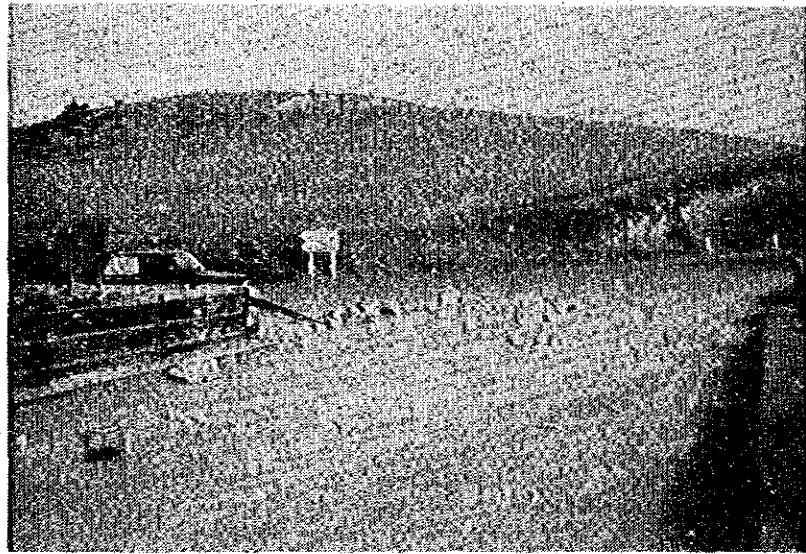


写真 26



写真 27



### 3-6 機能障害の回復および施設の復旧

震後の措置については、国および県レベルでそれぞれ緊急対策計画がある。防災体制は常時、敷かれており、この地震では県庁職員 3000 人、サービスプロテクション（市民救助体）300 人、更に軍が、救援、復旧、秩序の維持に当った。

エル・アスナム県の体制は、知事を中心に、執行委員（14名）、県議会議員（40名）、市町村の代表（29名）、党の職員で構成されており、さらに軍がこれに協力する体制となっている。

#### (1) 道路の交通再開と復旧

エル・アスナム県内で延べ約 40 km にわたって道路が不通となった。震後、県は職員を非常招集し（地震当日は金曜日でイスラムの休日であった）、1 時間後に全線を点検し、2 時間に緊急復旧を終了した。道路の全面復旧には、市内の重機、県内の重機、国内の重機を集めて充当した。

なお震後、病人、医薬品等の輸送には航空機を用いた。

#### (2) 鉄道の操業再開と復旧

法面崩壊を起した盛土区間 400 m を復旧し、震後 10 日目に鉄道は再開された。しかし駅舎等の建物は未着手である。

#### (3) 上水道の操業再開

地下水汲み上げ用のポンプ場の復旧により震後 10 日目に給水が再開された。

#### (4) 下水道の復旧

操業開発の目途はたっていない。

#### (5) 電力施設の操業再開

地震が発生した当日は、発動発電機で緊急に電力を供給した。2 日目から応急に電力を供給した。

#### (6) 電信電話の操業再開と復旧

エル・アスナム市にあった電話 6000 回線は放棄する。地震発生の日日夜には官公庁に限って臨時電話を敷設した。現在、プレハブの電話局を設置している。また一般市民のために公衆電話を設置した。

幹線の地中線 3 箇所応急修理は 1 日で完了した。

#### (7) ガスのサービスと復旧

操業再開の日処はたっていない。代替燃料としてボンベ入りのプロパンガスを使用している。

### 3-7 道路橋の震害例と解析

エル・アスナム市では国道4号線と交叉する19号線がシェリフ川を渡る位置に架る二径間の三径プレストレストアーチ橋の床版を支持する柱の端部にクラッチが生じた(写真3-19~3-23参照)。しかしながら、主構は健全であり、車線規制をして供用している。

また国道4号線と断層が交叉する地点付近に架る鉄道を跨ぐ鋼板桁橋の橋台が損傷を蒙り、土留壁で補修し、橋を閉鎖して鉄道線路の安全を確保している(写真3-25参照)。

さらにウェッド・フォッダ市の北方約5kmの地点でシェリフ川を渡る5径間PC連続橋の可動端が側方に約70cm移動し、両方の橋台が沈下する被害を蒙った。橋脚に異常は見られなかった。

この橋について地震応答解析を行った。解析に当たっての前提条件はつぎのとおりである。

- i 上部構造は剛な棒とする。
- ii 下部構造の基礎はケーソンとする。
- iii 上部構造は橋台二つと橋脚四本に支えられている。
- iv 上部構造の一端は橋台に固定されており、他端と橋台および上部構造と橋脚は摩擦力に相当するような仮想のバネで結ばれている。(図3.23参照)
- v 減衰定数は0.05とする。
- vi 地震動は1978年宮城県沖地震における震源域近傍の強震記録とする。(加速度289gal, 図3.24参照)
- vii 加振する方向は橋軸に直角な方向とする。

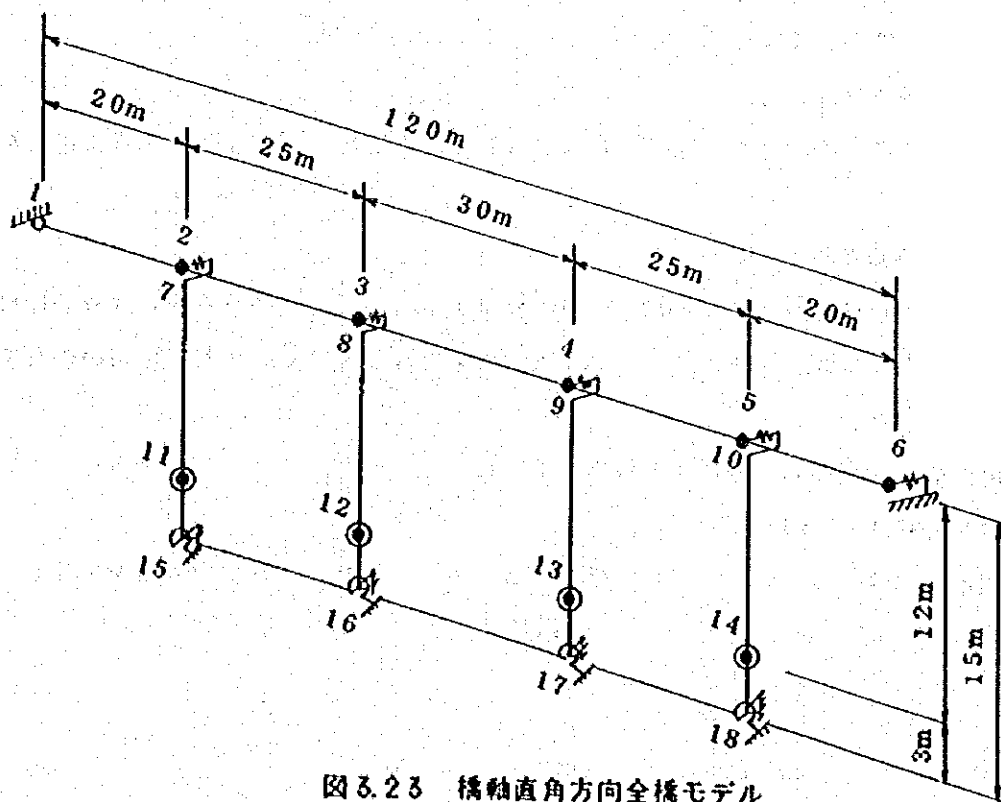
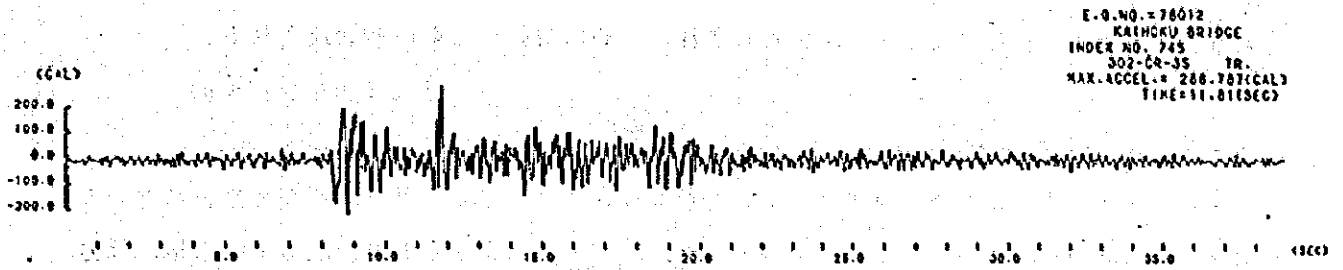
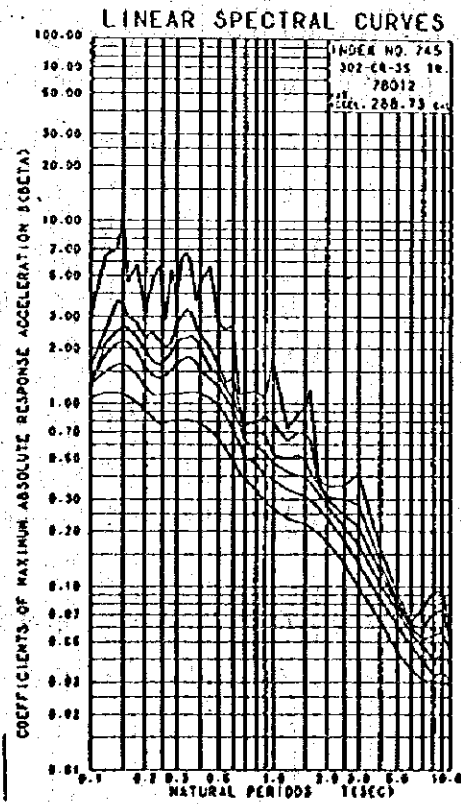


図3.23 橋軸直角方向全橋モデル



a) Earthquake Motions (Index Numbers 74), 744 and 745)



b) Linear Response Spectra of Earthquake Records

図 3.24 地震動波形および地震応答スペクトル



応答解析計算の結果はつぎのとおりであった。

- i 橋の一次の固有周期は上部構造と下部構造を剛結した場合は0.1秒より短かく、バネで結んだとした場合には1~2秒程度となる。
- ii バネで橋台と結んだとした上部構造の端部の変位は6~12cm程度である。
- iii 応答加速度は上部構造の端部で700~800galである。

この計算結果からは本橋に生じた水平移動量約70cmは説明しにくい。上下部構造が剛結されている状態が地震動によって急激に解放されたために滑動したものと推定される。

### 3-8 提 言

エル・アスナム県におけるライフライン施設の被害では、電話、下水道、ガス施設において最も深刻であった。しかしながら、道路では橋、鉄道では駅舎や盛土、上水道では水槽、電力施設では変圧器、など拠点あるいは接点に被害が生じた。

一方、道路では非常な速さで交通機能が回復された。主要な道路の再開が素速く行なわれたことは、二次災害の防止に大きく貢献したと考えられる。ことに国道4号線を横断して断層が生じた地点では、バイパスの建設中で、路床がほぼ出来上っており、応急道路として極めて効果的な役割りを果たした。

これらの事柄からつぎのことが提言できよう。

- i ライフライン施設は複線化あるいは相互融通化しておくのが望ましい。
- ii ライフライン施設は、建物と異なり、劣悪な自然条件、例えば、河川あるいは軟弱な地盤上に敷設を余儀なくされる場合がある。したがってマイクロゾーニング、すなわち地盤、土質に応じた耐震設計を行なうことが望ましい。
- iii 橋、ポンプ場、舎屋などの拠点施設についてはすくなくとも震度法による耐震設計を行うと共に、落橋防止装置、配管や配線の支持装置、機器の支持装置についても配慮することが望ましい。
- iv 地中埋設管、地中の槽類などについては、地震時の地盤の変形を考慮した応答変位法による耐震設計を行うのが望ましい。また継手については、伸縮・屈曲に追従できる構造とするのが望ましい。
- v 地震時の地盤の液状化に対して今後対処していくことが望まれる。
- vi 損傷を受けた構造物の再利用に当っては耐震診断を行い必要な補修を施すことが必要であると考えられる。その場合、地震時の水平力はすくなくとも自重の10%程度とすべきであろう。
- vii 盛土等の土構造物では、地震により不安定な部分も存在すると思われるので、今後、継続的に監視をつづけ、維持補修を行っていくべきであろう。

補 1980年10月10日エル・アスナム地震

(1) ライフライン施設の被害調査票

建設省 土木研究所

協力機関エル・アスナム県

1. 構造物に生じた震害

① 道路の不通は何箇所か

29箇所

何箇所で陥没したか

エル・アスナムとエル・アタフ間で亀裂と法面崩壊多数

何橋が被災したか

6橋倒壊, 6橋損傷

その他の被害は何箇所か

なし

② 鉄道の被害は何箇所か

4箇所

何箇所で陥没したか

エル・アスナムとウェッド・フォグダ間で400mの法面崩壊

何橋が被災したか

3橋に軽微な損傷

その他の被害は何箇所か

なし

③ ダムに異常があったか

若干あり

クラック, のり面のはらみ出し, コンクリートダムの目地開く

Oued Fodda ダムで目地開く。ポンプ室の壁に亀裂。

漏水(増えた, にどった)

異常なし

④ 上水道に被害が生じたか

生じた

送水管, 配水管

配水管, 農業用水路に被害

浄水場

水槽に被害

ポンプ場

被害なし

㊦ 下水道に被害が生じたか

生じた

地下水路（トンネル）、埋設管

亀裂生じて使用せず

汚水処理場

ポンプ場

多分被災している。再建時に新設する。

㊧ 電力施設に被害が生じたか

若干生じた

発電所，変電所

なし

送電線（鉄塔，高圧線，地中線）

なし

配電線（電柱，トランス，架空線，地中線）

トランスに被害

㊨ 電信電話施設に被害が生じたか

生じた

電話局

倒壊

電話線（架空線，地中線）

（0%）（100%）

エル・アスナムとウェッド・フォッダ間で地中線3箇所切断

マイクロウェーブステーション（パラボラアンテナ，増幅器）

㊦被害なし

㊩ ガス施設に被害が生じたか

生じた

ガス製造施設，ガスタンク，石油タンク

被害あり

天然ガスパイプライン

不明

ガス管路  
調圧器

被害あり，震後15～30分で供給停止

④ 河川施設に被害が生じたか

施設なし

河川堤防

水門

2. 地盤に生じた震害

① 砂質地盤に液状化 (liquefaction) が生じたか

シェリフ川沿いに起きた。日本の知識を借りたい。

シルト質 (silty) 地盤に変化が生じたか

断層，地割れなどの地変が生じたか

生じた

3. 地質・地震に関する事項

① 被災地域の地質図はあるか

ある

被災地点のボーリング柱状図はあるか

ある

強震の記録はあるか

ある。ORNSに送った?

Microzonation Mapはあるか

ある

4. 材料・設計・施工に関する事項

構造材料として以下のものを用いているか，用いているとしたら材質と使用量は?

材 料	材 質	パーセンテージ?
日乾レンガ (アドベ)		山間部 市内 % 100 0
焼結レンガ		%
石 材	石灰岩?	%

材 料	材 質 細骨材? 粗骨材?	パーセンテージ?	
		山間部	市内
コンクリート		0	100
鉄筋			%
鋼材			%
木材			%
その他			%
合 計		100 %	

⑩ 橋などの基礎工には何を用いているか

	パーセンテージ
杭基礎	100 %
ケーソン基礎	%
直接基礎	%
後基礎	%
その他	%
合 計 100 %	

以下の構造物に対して、耐震設計基準はあるか

⑪

道 路		ある	なし	
鉄 道		ある	なし	不明
ダ ム	コンクリートダム	ある	なし	
	アースダム	ロールフィル	ある	なし
		ハイドロリックフィル	ある	なし
上水道		ある	なし	
下水道		ある	なし	

⑫

		1976年以降	
発電所		ある	なし
変電所		ある	なし
送電線	架空線	ある	なし
	地中線	ある	なし
電話線	架空線	ある	なし
	地中線	ある	なし
ガス製造施設		ある	なし
ガスタンク		ある	なし
石油タンク		ある	なし
パイプライン		ある	なし
ガス管路		ある	なし

補 1980年10月10日エル・アスナム地震

(2) 地震の応急対策現地調査票

建設省 土木研究所

協力機関エル・アスナム県

発生日時 1980年10月10日(金) 12時25分 M = 7.5

震 央 N 36° 15' E 01° 20'

1. 被害の概要

2. 関係行政機関等の防災組織体制	県庁職員	3,000人
	サービスプロテクション (市民救助隊)	300人
	軍	不明

防災組織体制はいつ発足し、解散したか。

昭和 年 月 日 ~ 昭和 年 月 日

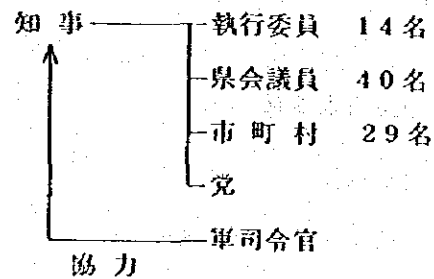
常 設

防災組織体制を規定したものはあるか。(部内規定, 要綱など)

国および県に緊急対策計画

組織の役割, 構成, 人員とその任務(機構図)

他の組織の職員が臨時に加わっているか。



常時における事務局

常時の災害訓練, 組織のみなおし

他の組織と任務のうえで重複しているものはあるか。

他の組織との情報交換の手段, 頻度, 内容

無 線

被害に関する情報はどのように収集したか(下部機関, 報道機関, 一般市民, 学術調査団)

組織の所掌事務以外の事務を行ったか。所掌事務を他の組織に受け持たせたことがあるか。

住民に対する情報の伝達手段(報道機関, 下部機関, 有線放送, 広報車)

ラジオ・テレビを用い常設のニュース番組で行なう。特別な放送はせず2万人死すとの情報は外国のPressがつくりあげたと思われる。

災害後とくに緊急に処理しなければならなかった業務は何か。

### 3. 都市住宅関係

住宅の被害と復旧

エル・アスナムで70~80%, ウェッド・フォッダで80~100%

住宅を放棄した世帯数, 人数

避難した世帯数, 人数

### 4. 治山, 治水関係

斜面崩壊

危険地域の指定状況

二次災害に対してとられた対策

避難命令, 勧告を出した頻度, その基準

他の機関への伝達

ライフライン確保のためにとられた措置

① 道路（国道、県道、有料道路、街路）  
（ナシ）

被害の状況

エル・アスナム県内で延30～40km

被害の把握に要した時間

1時間

緊急復旧のためにとられた措置（機械、資材、人員）

職員を非常招集し、道路を点検し、必要に応じて迂回路を設定した。

（2時間で完了）

被害箇所の修理を各班別に行なった。重機の招集（市・県・国内）

交通止、迂回路の状況、通行規制区間の有無、緊急車輛の取扱い

災害復旧事業（緊急災の有無、申請額と査定額、工期）

交通、物流の変動

代替輸送手段（船舶、航空機）

航空機

鉄 道

被害、復旧の状況

10日間で復旧

被害の把握に要した期間



電 力 ( 電力 )

被害, 復旧の状況

地震発生の当日は発電機を用いた。

2日目からは応急電力を供給

被害の把握に要した期間

電 話

被害, 復旧の状況

6,000の電話回線が壊滅

地震発生日夜には臨時電話局を開設(ただし官公庁だけ)

プレハブの電話局を設置中

公衆電話を設置した。

被害の把握に要した期間

緊急用としてマイクロ, 警察電話, 鉄道電話, 孤立無線を使用したか。

無 線

河川の汚染対策

水質の監視

下水は流出させていない } 監視していない。  
灌漑には使っていない }

水質保全

水 道

被害, 復旧の状況

10日後に復旧

水源の汚染による対策

地下水を使っているので心配なし

燃料の確保(ガス, 石油類)

ガスは停止したまま

プロパンガスを使用している。

車のガソリンは供給している。