

1990年7月フィリピン・ルソン島の地震の被害



口絵写真-1 ダグバン市 — マグサイサイ橋の落橋（小舟による仮橋？）



口絵写真-2 ダグバン市 — ペレス通りの状況（大部分の建物が沈下・傾斜している）



口絵写真-3 カルメン橋の落橋 — 左岸側河川敷部分の6 スパンが落橋
(手前に噴砂が見える)



口絵写真-4 バギオ市 — ハイアットテラスホテルの崩壊

1990年7月16日フィリピン・ルソン島の地震による被害 —— 調査報告
Report of the July 16, 1990, Luzon, Philippine Earthquake

日本技術開発㈱地震防災室 磯山龍二

1. はじめに

1989年から90年にかけての1年は世界的に見て地震の当たり年であったと言うことが出来よう。1989年の10月にはロマブリータ地震(マグニチュード:M 7.1, 死者62)、1990年にはいってからは、3月29日のペルーの地震(Rioja Earthquake, M 6.2, 死者70)、6月21日のイランの地震(M 7.3, 死者3万5千とも4万ともいわれる)、そして7月16日にはフィリピンのルソン島北部でM 7.7(米国地質調査所)の地震が発生した。

フィリピンの地震による死者は1,600名以上、負傷者約3,500名、全半壊家屋約10万棟と伝えられているが、山間部の被害が十分に把握されていないことなどから、正確な統計はまとまっていないようである。

著者は、地震発生約半月後の8月4日から9日まで、浜田政則氏(東海大学)、柳川喜郎氏(NHK)、渡部昭一氏(大成建設)に同道して現地をひとわり見てまわった。我々が訪れたのは、ダグパン、アゴー、バギオといった断層の西側地域に限られ、カバナツアン(短大の校舎崩壊により多数死傷)等の断層に近い地域には行くことが出来なかった(図-1参照)。被災地を訪れたのは実質4日間で、現地でまとまった情報が得られなかったこともあり、被害のごく一部をざっと見たといった程度の調査と考えていただきたい。本小分はこの調査に基づき、現地で何が起こっていたのかについて概略を報告するものである。

2. 地震の概要

フィリピンの地震観測体制は、我が国や米国と比べるとほとんど不備と言ってもよく、マグニチュードをはじめとする地震の諸元は現地ではよくわかっていないようである。そこで、ここでは、東京大学地震研究所の阿部勝征氏提供の資料(1990年8月1日付け)に基づき地震の概要をまとめる。これらの諸元、メカニズムはつくば市等における観測データに基づくものである。

図-2に本震、余震の震央および本震の諸元を示す。図中の断層は地震前に活断層(フィリピン断層)として調べられていたもので、今回の地震はまさにこの断層が動くことによって発生した。断層の動きは左横ずれ成分が卓越しており、現地調査によると2~6m程度の横ずれがあったようである。図-2の阿部氏の解によると断層の大きさは150×15km

となっているが、余震の範囲からいってもっと大きい可能性もある。マグニチュードは、米国地質調査所による $M_s=7.7$ 、阿部氏によるモーメント・マグニチュードは7.6 となっている。

図-2の余震の分布をみると、北へ伸びる主断層に沿ったものの他、バギオの周辺でも余震が多く発生している。このことは、主断層からわかれバギオの方向に伸びる断層が破壊していた可能性も示唆している。

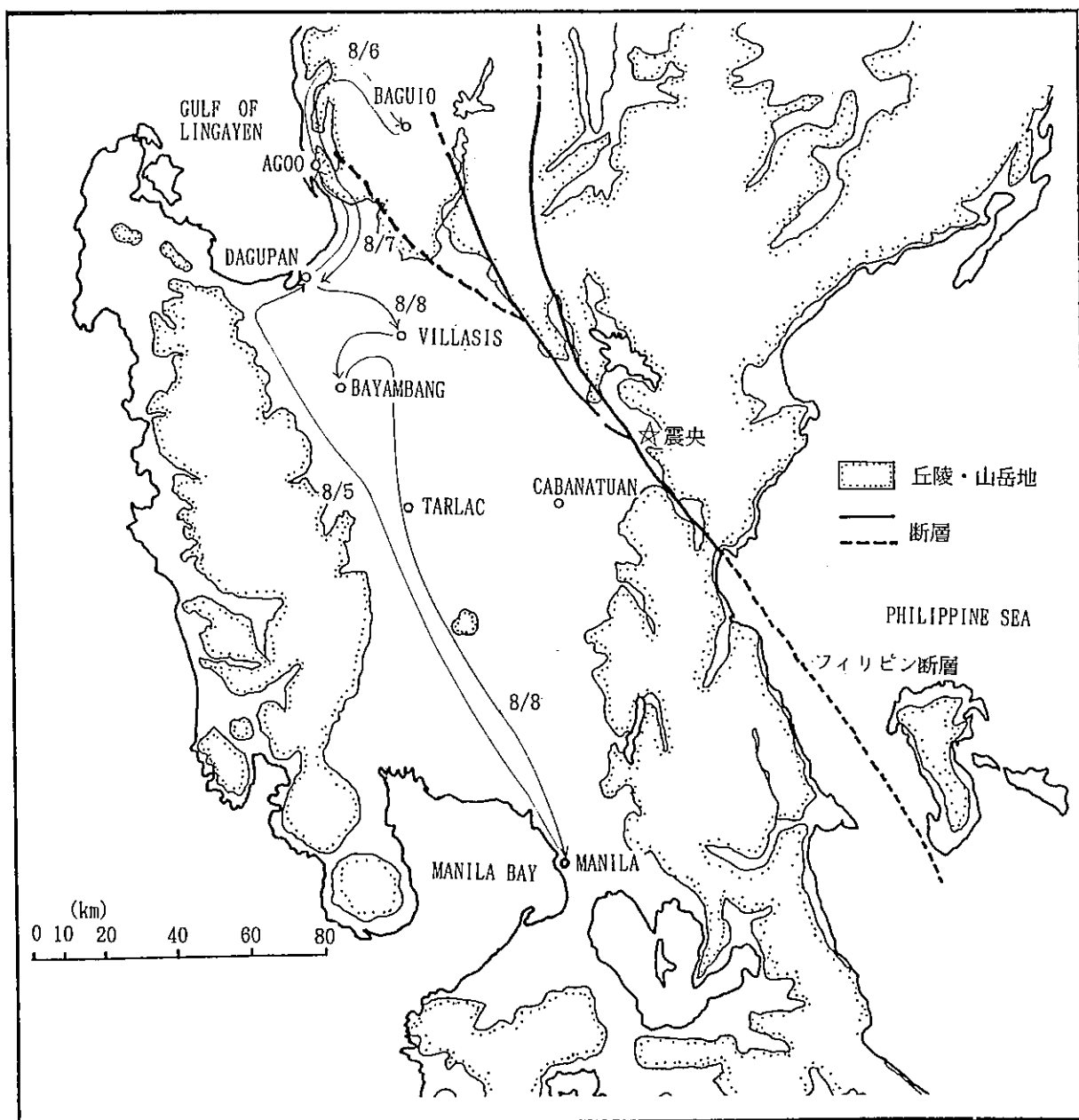


図-1 1990年7月16日フィリピン・ルソン島の地震
— 概略の震央と調査ルート

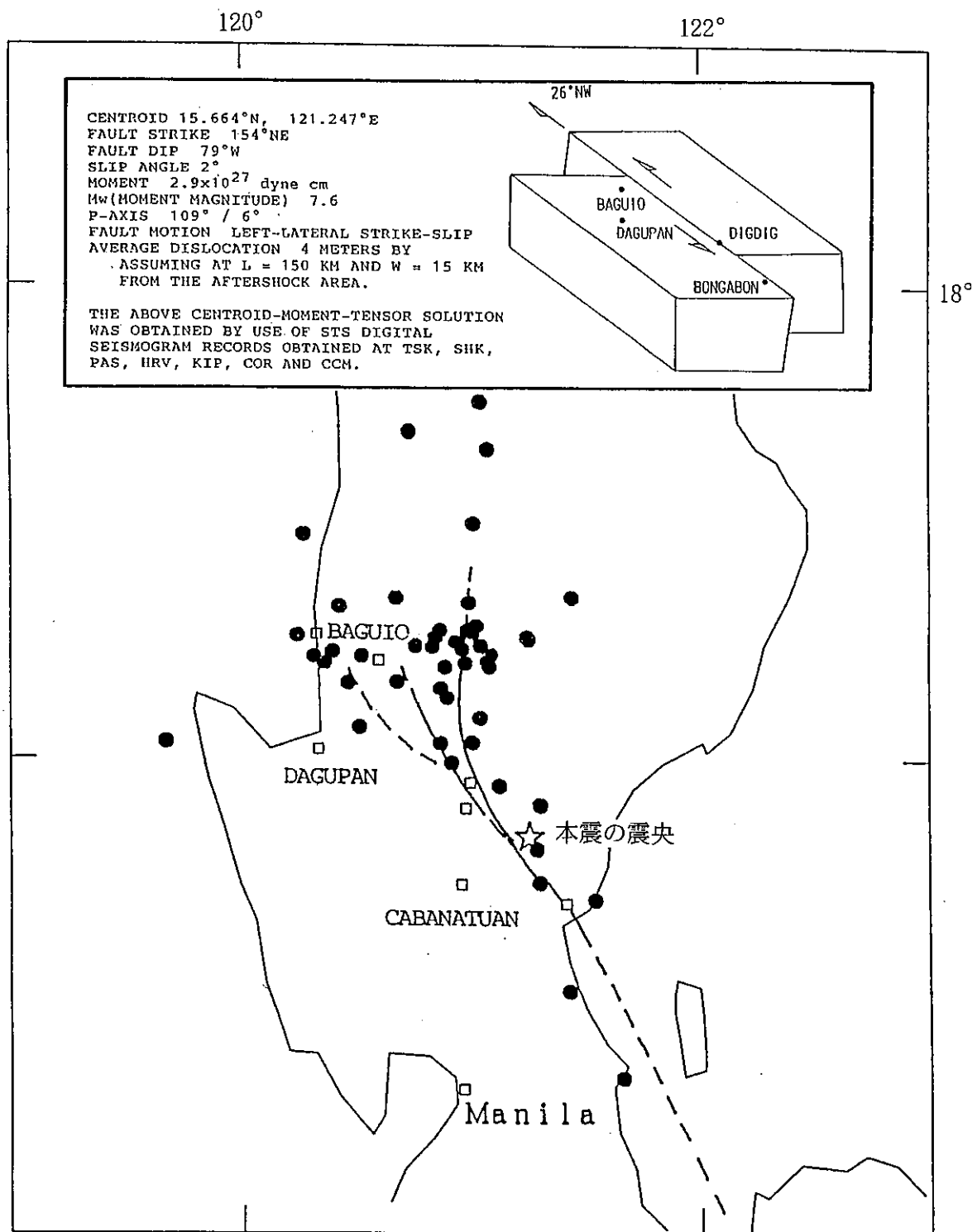


図- 2 本震、余震の震央と地震の諸元

(東京大学地震研究所阿部勝征氏, 8月1日による)

3. 被害の概要

この地震による死者は1,600名以上と言われているが、先に述べたようにその内訳ははっきりしていない。死者が100名を越えるのは、バギオ市(約380名)、バギオ市の北のベンゲット(約310名)、アゴーをはじめとするラウニオン州(約100名)、バギオの東部にあるヌエバビツカヤ州(約200名)、震央に近いカバナツアン(約110名)等である。このうち、バギオ、ラウニオン、カバナツアンの死者の大部分はホテル、学校、公共建物等の中層の鉄筋コンクリートビルの倒壊によるものと考えられる。特にバギオではテレビ等で報道されたとおり4階から10階の鉄筋コンクリート造のホテルの崩壊により多数の死者を出した。

ベンゲット等山地において死者が多いが、断片的な報道から推察すると、斜面崩壊、鉾山の落盤等によるもののようである。一方、断層の西側に広がる沖積平野部では、死者が以外に少ない。我々が見た範囲でも、平野部の町は一部の液状化が顕著であった所を除いて重大な被害は発生していなかった。

断層の西側の平野部の被害は、ほとんどの場合、液状化によるのと言ってもよい。特に、リングエン湾に近いダグパン市では市街地の大部分で液状化が発生、建物、橋梁に大きな被害が発生した(ただし死者は10名程度と言われる)。また、ダグパン市の南の平野部でも河川に沿って液状化が発生していたようで、いくつかの橋梁が落橋した。

今回の地震で建物の被害を除けば、道路の被害とその影響がきわめて印象的であった。バギオは標高1300mの高原都市であるが、平野部からバギオに通ずる道路は3本しかない。これらの道路はいずれも急な斜面を蛇行して切り開かれたもので、地震による斜面崩壊等によりほぼ壊滅的な被害をこうむった。唯一、北西の海岸からバギオに通ずるナギリアン道路のみが応急的な復旧(土砂排除)により20日(地震発生後4日目)に開通し、ようやくバギオに向けて緊急物資、建設機械・機材が搬入されはじめた。ただし、開通といっても、午前と午後にわけた一方通行で、随所に車線制限がみられた。また、余震、降雨による崩落、その復旧等により予定はよく変更されていたようで、通行が確保されたといってもかなり不安定なものということが出来る。他の2本の道路についてはいまだに(1990年12月時点)復旧の見通しはたっていないようである。

平野部においては、橋梁の被害が幹線の道路交通に重大な影響を与えていた。特に、カルメン橋、カルボ橋(バヤンバン)の落橋は平野の東西および南北を分断することになり、長期的にも大きな影響を与えるものと考えられる。たとえば、マニラからバギオに向かうには、普通であればターラック～カルメン橋(ビラシス)～ケノン道路をへてバギオにいたるが、地震後は、ターラック～リングエン～ダグパン～バウアン～ナギリアン道路のルートしかない(我々が通ったルート、図-1参照)。しかも、途中、ダグパン中心部の川を渡る2本の橋のうちの1つ(マグサイサイ橋)の落橋による渋滞、さらにナギリアン道路の交通制限が加わり、おそらく倍以上の時間がかかることになる。

4. ダグパン市

ダグパン市は、人口約11万（国連、世界人口年鑑、1987年による、人口については以下同様）を数えリンガエン湾岸地域の中心的都市である。市の中心部はパンタル川をはさんでほぼ東西にひろり（図-3 参照）、2つのメインストリート沿いとこれらに挟まれる区域に市街が形成されている。市の中心部の建物はいくつかの中層ビルを除き、大部分が2～3階建ての鉄筋コンクリートのビルである。なお、ダグパン市の被害状況については、文献2)に詳しい。

(1) 液状化および被害の概要

地震により市の大半の地域で液状化が発生、多くのビルが沈下、傾斜するとともに水道、下水道の埋設管に重大な被害をもたらした。また、パンタル川を渡る2つの橋の内のマ

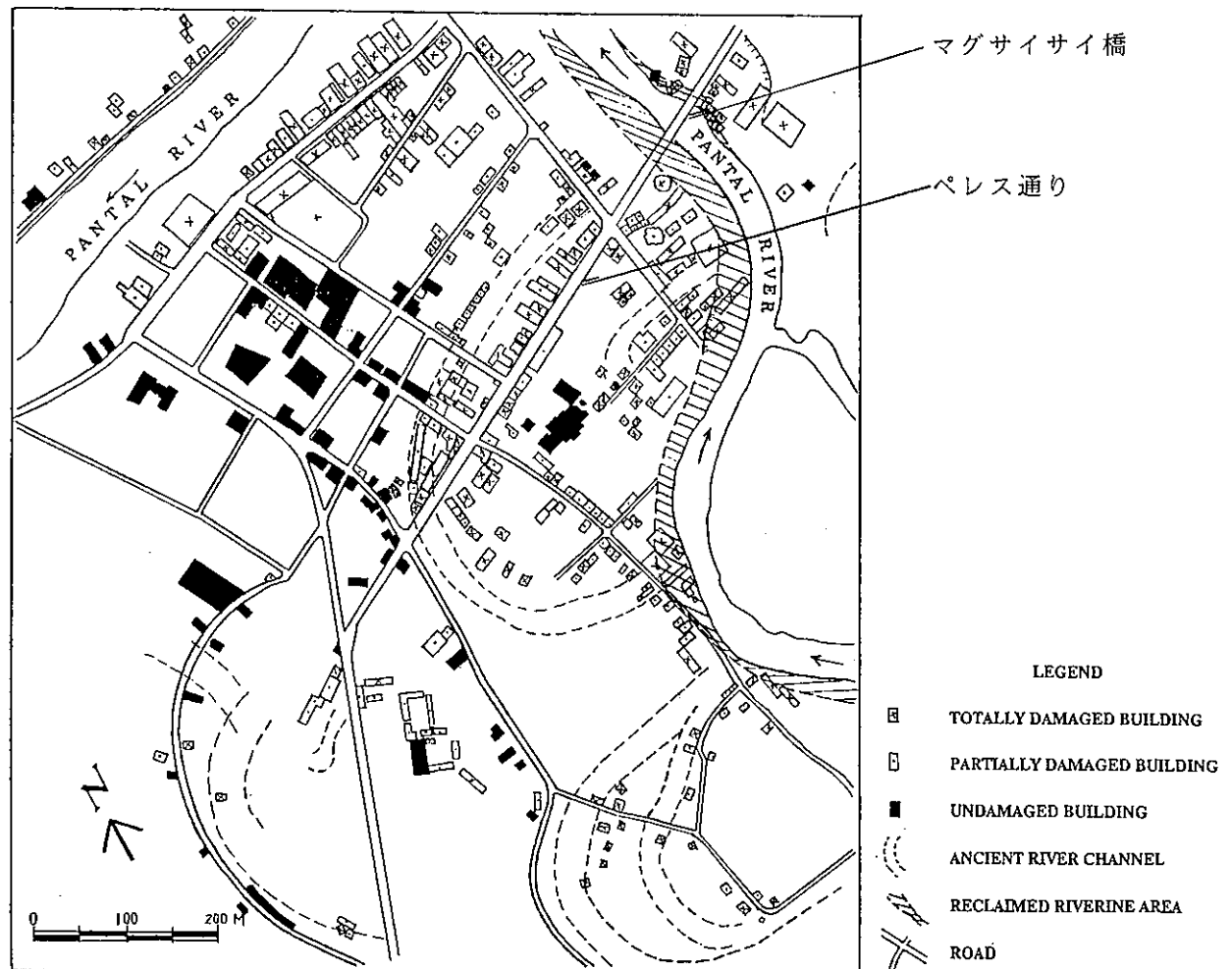


図-3 ダグパン市の概略の被害区域および旧地形
(フィリピン火山地震研究所 Ronnie C. Torres 氏提供の資料に基づく)

グサイサイ橋が落橋した（もう一つの橋は写真-16 に示すように健全であった）。市街地の様子、被害区域の概略および旧地形を図-3 に示す。この図の旧地形および被害はフィリピン火山地震研究所(Philippine Institute of Volcanology and Seismology)のRonnie C. Torres氏提供の資料に基づいている（神戸大学室崎氏より間接的に入手）。ただし、この図は、Torres氏の調査の中間的な結果であり、全ての建物について調査が実施されたわけではないことに注意されたい（この図には全ての建物が示されているわけではない）。

著者らの踏査によると図-3 の被害が発生している範囲は、ほぼ液状化の発生領域と対応している。ただし、これはあくまでこの図に示される地域についての事であり、この外側の地域でも液状化とそれによる被害が見られた。

図-3 からわかるように、パンタル川の西側の地域で液状化が発生しているが、東側では、川のごく近傍を除いて被害（液状化）の発生はみられない。なお、東側の旧地形は今のところ不明である。市街および建物の状況を口絵写真-2 および写真-1～4 に示す。著者がダグパンに入って最初に感じたのは、新潟地震との類似性であった。建物は軒並み場合によっては1mないしはそれ以上沈下し、多くが目に見えるほど傾斜している。隣の建物がなければ完全に転倒したと思われるビルもある（写真-2）。また、ガソリンスタンドの地下タンクの浮上、下水道管の浮上（写真-4）、管内への土砂堆積（写真-3）、配電柱の傾斜・折れ等液状化被害の典型的なものが見られた。

図-3 の旧地形からも新潟との類似性が伺える。すなわち、河川沿いの造成地、旧河道の存在であり、これら地区で著しい液状化の発生が認められた。河川沿いの造成地はこの地方に多い養魚場であったとのことである。新潟地震では、このような地区で地盤の永久変位（側方流動および沈下）が発生していた¹⁾。当然ながら我々もこのような目で踏査を行ったが、やはり、川の近傍では河心に向かって地盤が動いている形跡が認められた。写真-5, 6, 8 にこれらの形跡を示すが、これ以外にも橋脚の傾斜（6. (1) 参照）等が見られた。

(2) マグサイサイ橋左岸上流の状況

マグサイサイ橋の左岸上流には病院、協会、学校等があるが、これらのいくつかの建物は大きな被害を受けていた。また、周辺には著しい噴砂の跡がみられた。この周辺は建物がそれほど密でなく、またこの周辺の典型的な被害を表しているものと考えられることから、コーンペネトロメーターによる地盤調査を含む、やや詳細な調査を実施した。

この付近の被害の状況を図-4 および写真-5～7 に示す。病院の3階建ての円形ビルは川の方向に押し出されるように傾斜し、またフェンスの動きから地盤が河心方向に向かって移動しているのがわかる（写真-4、このビルのオーナーの話ではこのビルは直接基礎とのことである）。写真-6 にはパンタル川に最も近い病院の建物とそれに接続していたフェンスの状況を示しているが、この離れは地盤が河心方向に向かって数メートル移動していることを示している。また、周辺には、噴砂に加えて、多くの地盤の亀裂が見られ、川のすぐ脇では相当の沈下が発生しているものと考えられる（岸辺は水没していた）。

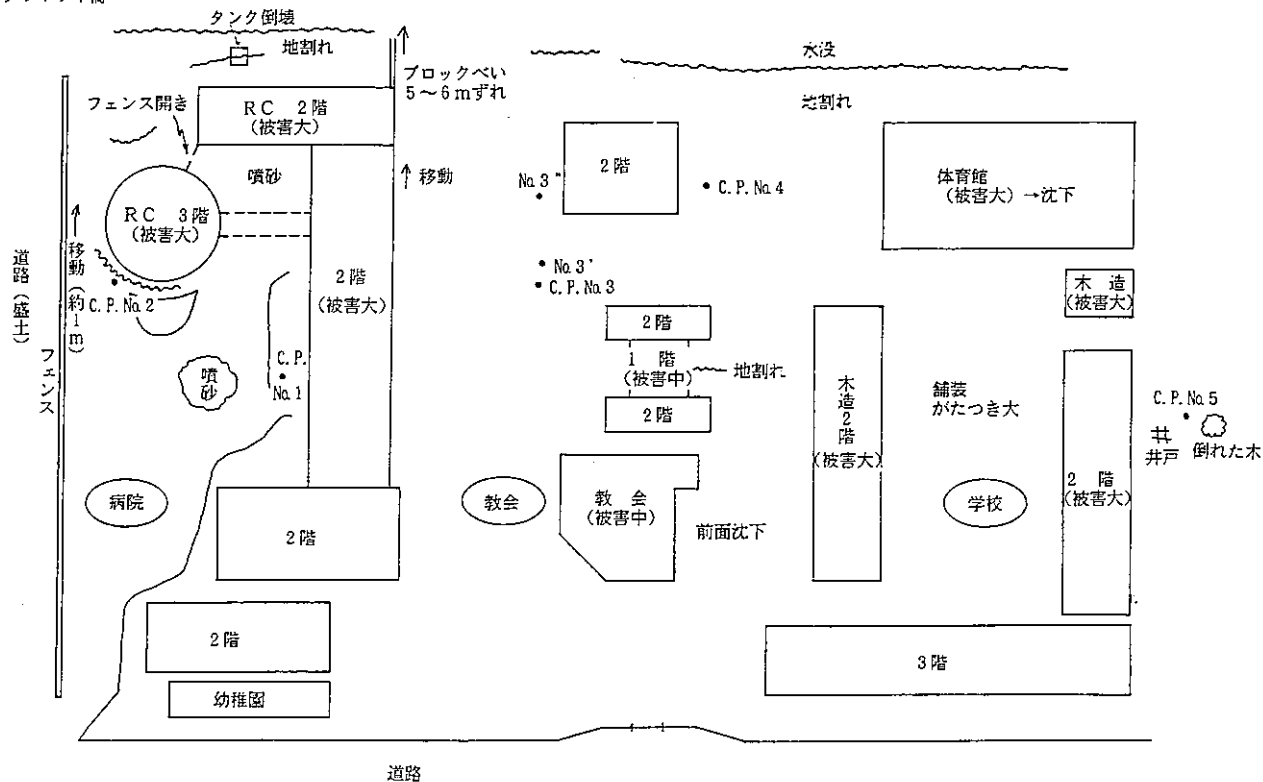


図-4 マグサイサイ橋左岸上流の状況

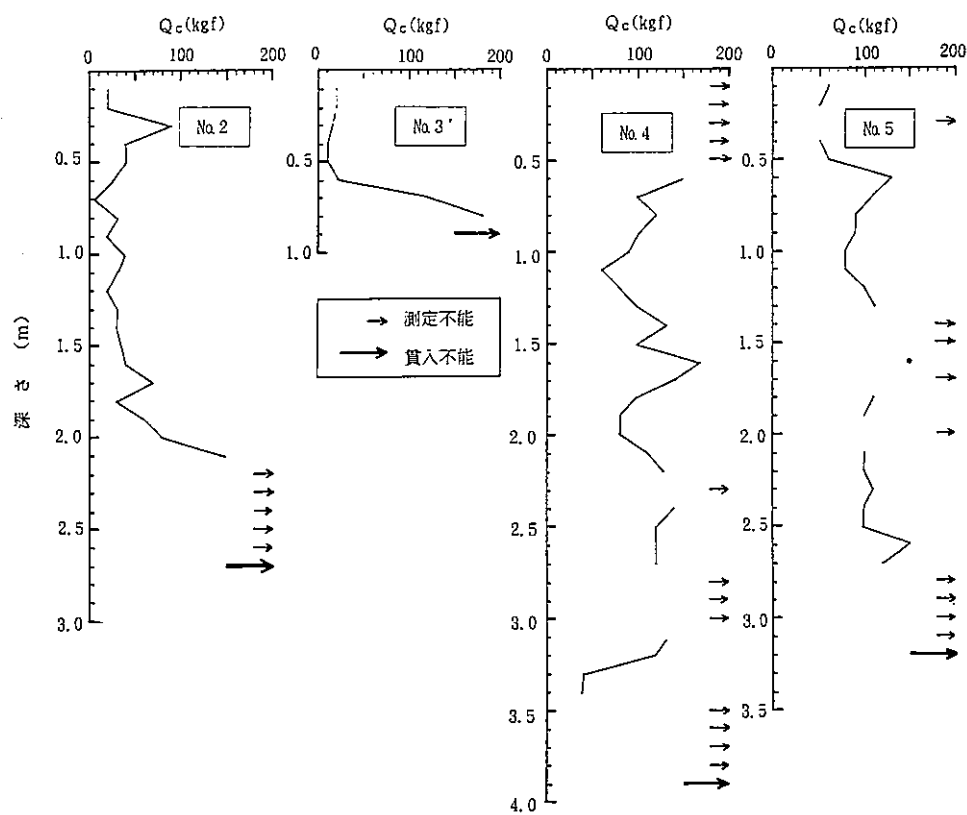


図-5 マグサイサイ橋左岸上流地区におけるコーンペネトロメーター試験結果

図-3に示したようにこの川に沿った地区は養魚場を埋め立て造成した土地である。この地区がどの程度の深さまで液状化したのかを調べるために、持参のコーンペネトロメーターによる簡易な土の強度試験を行った。結果を図-5に示す。試験者がこの種の試験に不慣れなことから結果の値（図はメーターの読みをそのまま示す）自体にはあまり信用はおけないが相対的な評価は可能であろう。すなわち、この周辺では地表から2～4mにわたってゆるい（おそらく砂質系統の）地層が存在し、特にマグサイサイ橋に近い方がややゆるい傾向にあるようである。既往のこの種の試験結果から言って、おそらくこの層が液状化したものと考えてよからう。

対岸のマグサイサイ右岸は先にも述べたように、左岸に比べてやや液状化の影響は少ない。しかし、マグサイサイ橋のごく近傍の岸辺では液状化による地盤の永久変位（もちろん河心方向への）、それにともなう建築物の被害が見られた。写真-8は鉄筋コンクリート造の倉庫が（マグサイサイ橋の右岸のすぐ上流）、地盤の移動により引きちぎられた様子をよく表している。

5. アゴー市・バギオ市

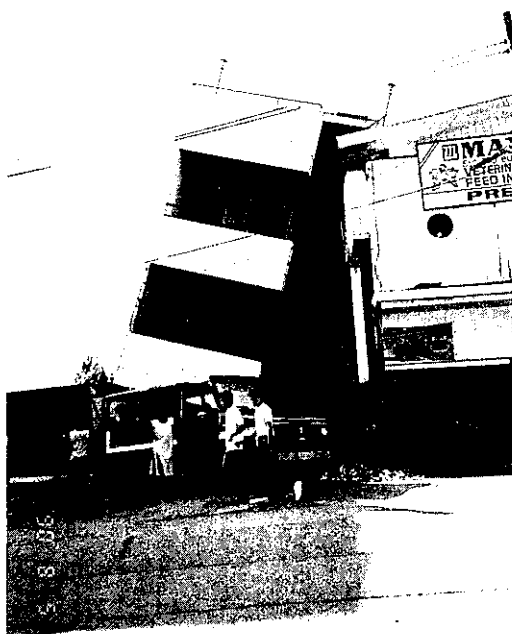
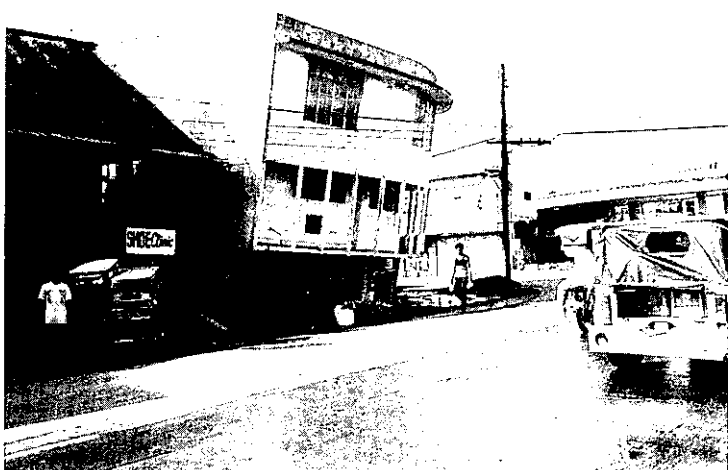
ダグパンからリングエン湾に沿って北へ約40kmの所にアゴー市がある（図-1参照）。この町の幹線道路に沿った中心部でいくつかの鉄筋コンクリートビルの被害が見られた（写真-9）。これらのビルは幹線道路に沿ったごく狭い範囲にかたまっている。道路の東側は徐々に丘陵地になり、西側は海につながる低地となっている。鉄筋コンクリートビルの被害のあった地区はこの中間領域で、地盤は比較的良好と考えられる。一方、幹線道路沿いから裏（西側）に入ると、一面に液状化しており、また地盤の移動も見られた。アゴーの水道局（Agoo Water District）によるとこの地震により、2つのポンプ場（これが全て）、送配水管路（塩化ビニール管）に大きな被害が生じた。管路については、いまだ正確な被害数量は把握されていなかった。

アゴーから北に向かっては目立った建物もなく、したがって、被害も見られなかった。いくつかの橋梁は多少のがたつきはあるようであったが、通行機能は維持されていた。ただ、ナギリアン道路の入口にあたるバウアン（Bauang）では、倒壊までには到らないがかなり重度の被害をこうむっている教会、鉄筋コンクリートビルが見られた。

バギオ市は標高1,300mにある高原の保養都市である。市の中心部はすり鉢状の盆地にあり、市街が斜面にべったりとはりつくような形で広がっている。地震直後から新聞、テレビ等で報道されたようにバギオではいくつかのホテルが倒壊し多くの死者をだした。

著者等は半日程度ここに滞在しいくつかの被害建物をざっと見た程度で詳細な調査は行っていない。バギオの被害の詳細については、いずれ発刊されるであろう建築学会等による専門的な報告書にゆずり、ここでは、いくつかの建物の被害の状況を写真で紹介するにとどめる（口絵写真-4，写真-10～12）。

←写真-1 ダグパン市 — 3階建て建物の傾斜



↑写真-3 ダグパン市 — 下水道管内の土砂堆積
(掘りおこされたあと)

←写真-2 ダグパン市 — 3階建て建物の転倒

↓写真-4 ダグパン市 — 下水道管路の浮上
(東京大学生産技術研究所 永田氏提供)

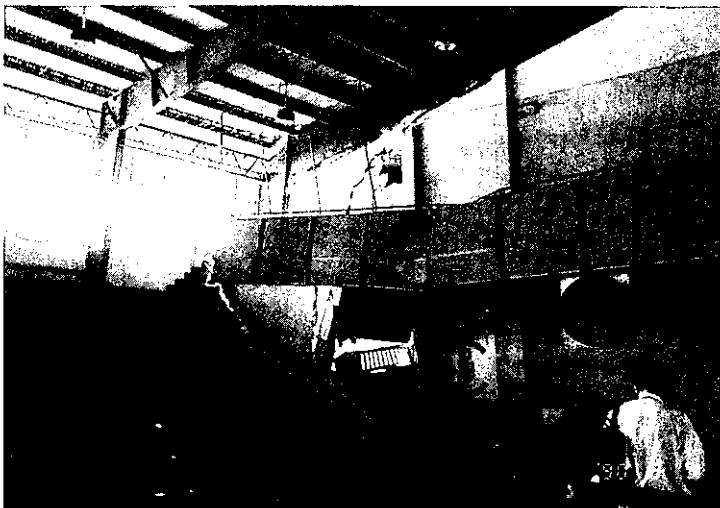




↑写真-5 ダグパン市 — マグサイサイ橋左岸上流、
病院の円形建物（左側）と地盤の移動に
よるフェンスの開き



↑写真-6 ダグパン市 — マグサイサイ橋
左岸上流、病院の建物とフェンスの
間の開き（右側がパンタル川）



←写真-7

ダグパン市 — マグサイサイ橋左岸上流、
学校の体育館の被害（建物のフレームが
沈下し、結果的に床が持ちあがっている）

→写真-8

ダグパン市 — マグサイサイ橋右岸上流、
河心方向（右側）への地盤の移動により
倉庫の柱が引きちぎられたようになって
いる。





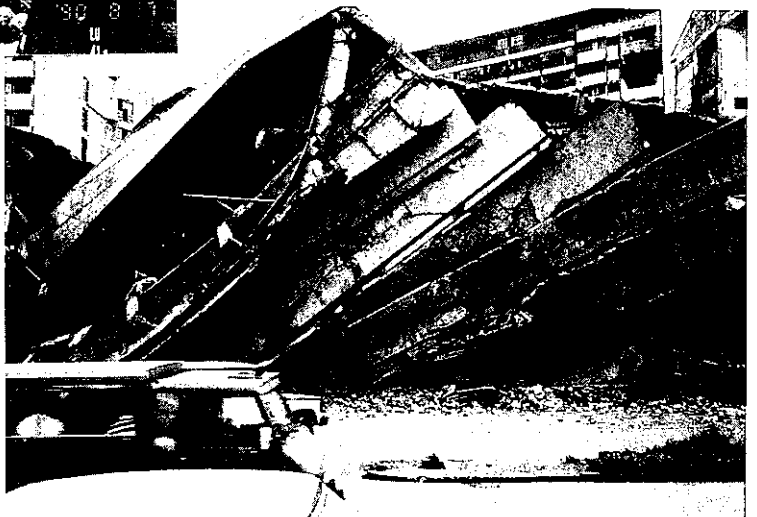
←写真-9 アゴー市 — 2階建て建物の被害

→写真-10
バギオ市 — ハイアットテラスホテル
の倒壊



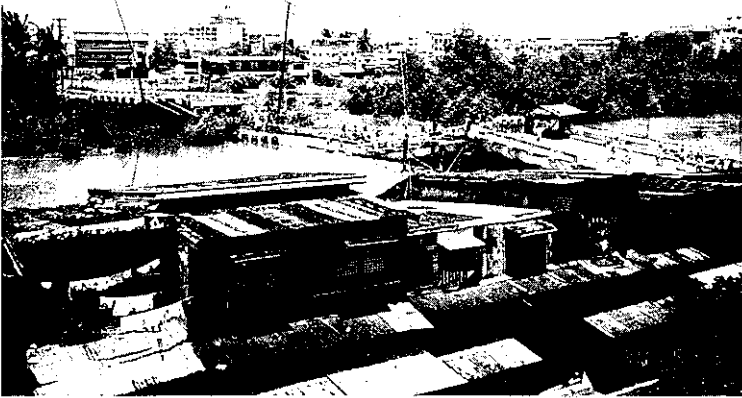
←写真-11
バギオ市 — ハイアットテラスホテル
の倒壊（救出が行われている状況）

→写真-12
バギオ市 — バギオプラザホテルの倒壊



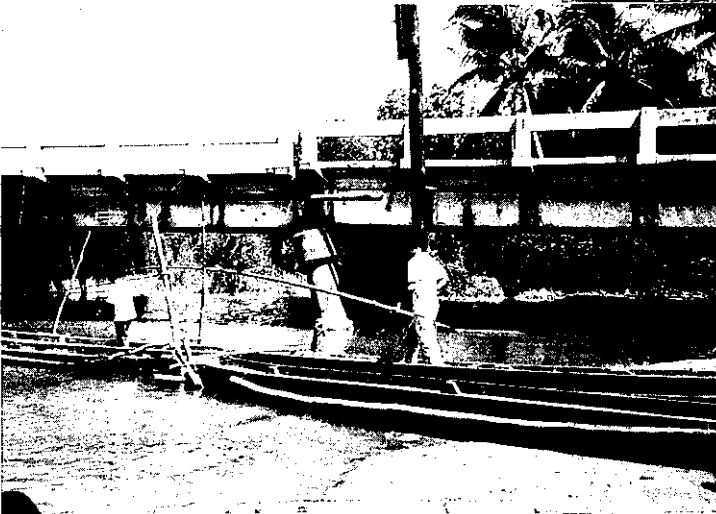
←写真-13

マグサイサイ橋（ダグパン市）の被害
—— 右岸上流のビルの屋上より



→写真-14

マグサイサイ橋の被害 ——
左岸上流側より



←写真-15

マグサイサイ橋の被害 —— 左岸下流
より（橋脚の河心方向への傾斜）

→写真-16

ダグパン市 — パンタル川を渡る
もう一つの橋梁（マグサイサイ橋
の下流），被害は見られない。



6. 橋梁の被害

この地震による橋梁の被害は相当数にのぼったものと考えられる。日本政府調査団の道路橋に関する報告によると、橋梁本体に被害の発生したものは65橋、この内の16橋が落橋、10橋が大被害とされている³⁾。ここでは、いずれもリングエン湾の南の沖積平野において落橋にいたる被害を受けた3つの道路橋、1つの鉄道橋について簡単に被害の状況を述べることにする。

(1) マグサイサイ橋

マグサイサイ橋はダグパン市のペラッツ通りがパンタル川を渡る地点（図-3参照）に架かる7径間の単純桁橋であるが、右岸側の4径間が落下した。被害の概況を図-6、口絵写真-3および写真-13~15に示す。下部工は、小判型の鉄筋コンクリート製であることがわかるが、基礎は不明である。上部工は鉄筋コンクリート、メタル系の桁が混在している。おそらく、洪水で損傷を受け、部分的に桁を架け替えたものと考えられる。なお、図-6のA₁, P₁等の橋台、橋脚名称は著者が仮にふったものである（以下、図-7, 8の各橋についても同様）。

図-6に示すように、P₁, P₂, P₃は右岸側に傾斜している。P₄, P₅は水中に没して見えない。P₃はほぼまっすぐに立っているが、桁の動きとの関連でたまたまこの位置で止まったとも考えられる。この状況のみからこの橋の被害原因を云々するのは早計にすぎるであろうが、この被害の形態は新潟地震の昭和大桥ときわめて類似しており、液状化に伴う永久

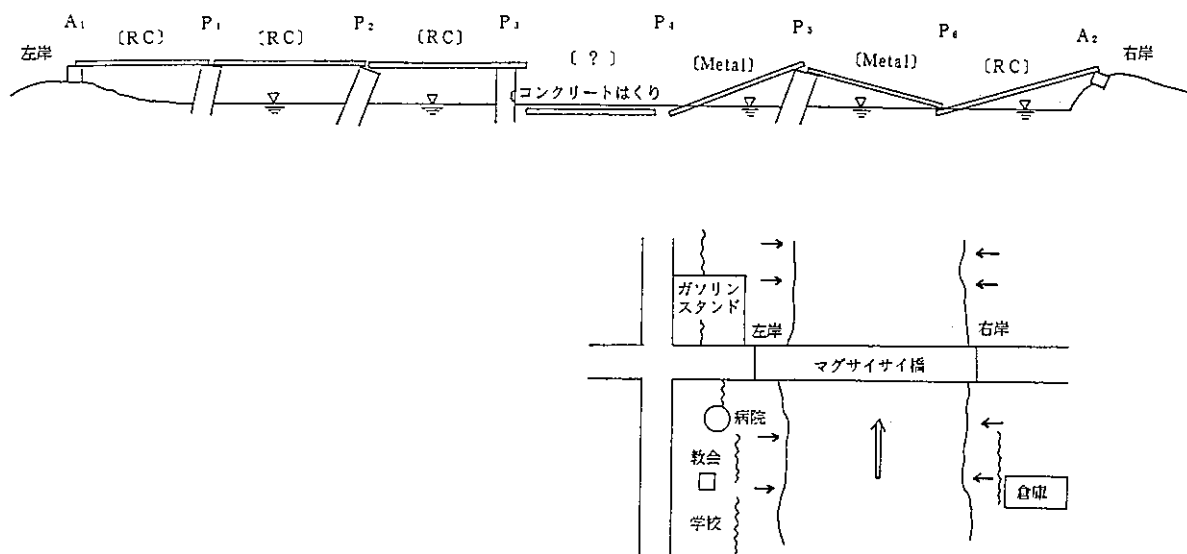


図-6 マグサイサイ橋の被害状況

変位が強く関与したいたものと考えてよいであろう。4.(2)で述べたが、この周辺、特に、左岸側では最大4m程度の深さで液状化していたこと、さらに地表に現れた亀裂等から河心方向に移動したことは間違いない。

右岸側についても写真-8に示したように、地盤が河心方向に滑りだし、この結果、右岸よりの橋脚、橋台に影響を与え落橋したものと考えられる。

(2)カルメン橋

T. Sison あるいはカルメン(Carmen)橋は、マニラからターラックを経てバギオに向かう重要な幹線道路のビラシス(Villasis, 図-1参照)の近くに架かる13径間の単純鋼トラス橋である。13のスパンの内の左岸側の6つのスパンが落橋あるいはそれに類する重大な被害をこうむった。橋梁の全体および被害スパンのスケッチを図-7に示す(橋台、橋脚の記号は著者が仮にふったものである)。スパン長は約50m、橋の全長は655mである³⁾。また、被害の状況を口絵写真-3および写真-17~20に示す。

この橋の橋脚は、 P_1 を除き、小判型の、天端に張出を持つごく一般的な形式であり、特に断面が小さいという印象は受けなかった。基礎は不明であるが、すぐ上流で仮橋の建設に携わってにた建設会社のエンジニアによると、長さ7~8mの木杭とのことであった。仮橋の建設においても木杭が用いられていたが、やはり7~8mで止めているそうである(打ち込み難い層にぶつかるという意味か)。また、2~3mはやや固く(砂層か)、その下はごく柔らかい層が続いているとのことであった。

右岸側の P_1 から P_2 橋脚は水面を跨いでいる。この内、 P_1 のみが他の橋脚と明らかに異な

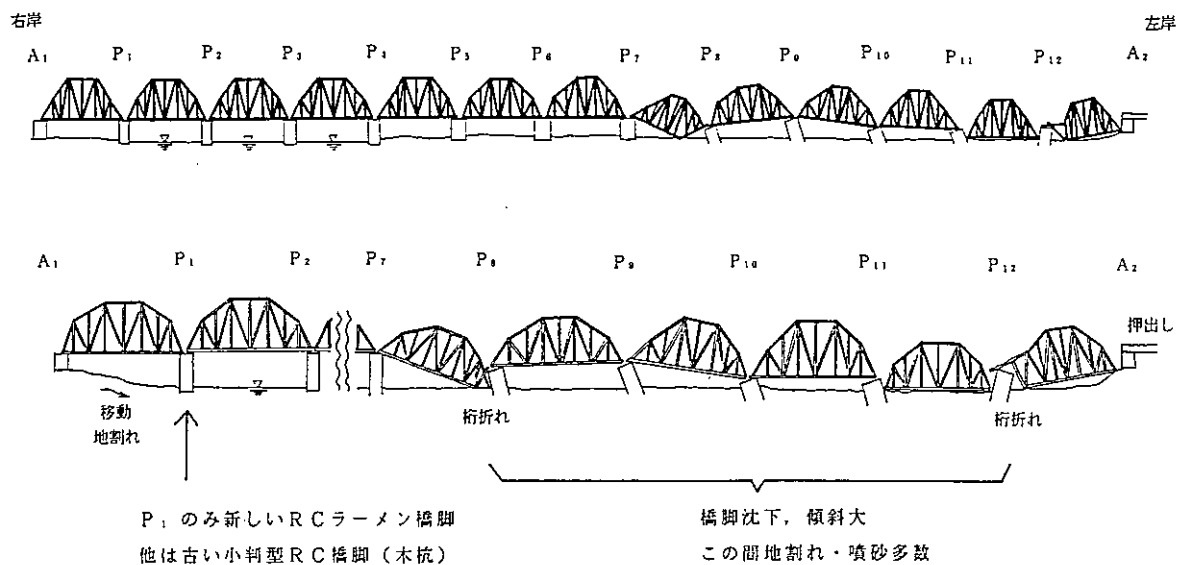


図-7 カルメン橋の被害状況



←写真-17

カルメン橋（右岸上流より）——
手前の新設のP₁橋脚上で桁が沓
からはずれている他は無被害。
地盤の亀裂が見える。

→写真-18

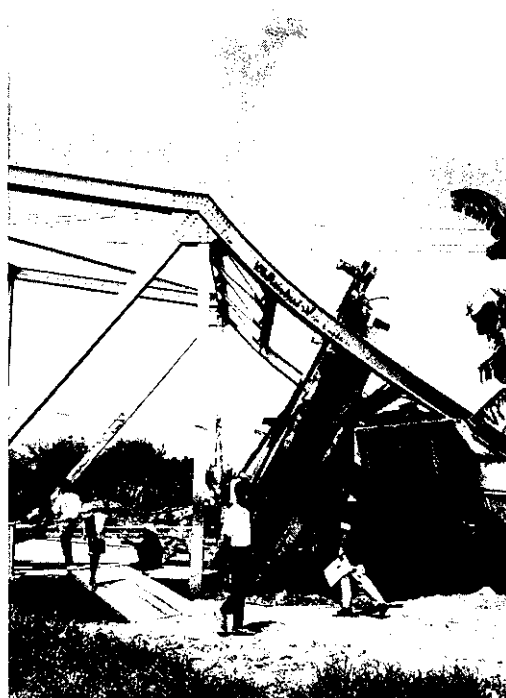
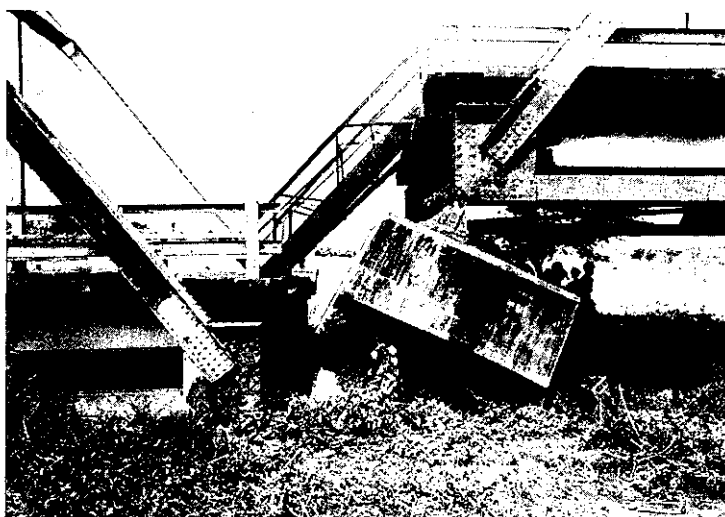
カルメン橋（左岸上流より）——
左岸河川敷の6つのスパンは全て
落橋もしくはそれに相当する被害
を受けている。手前は噴砂のあと

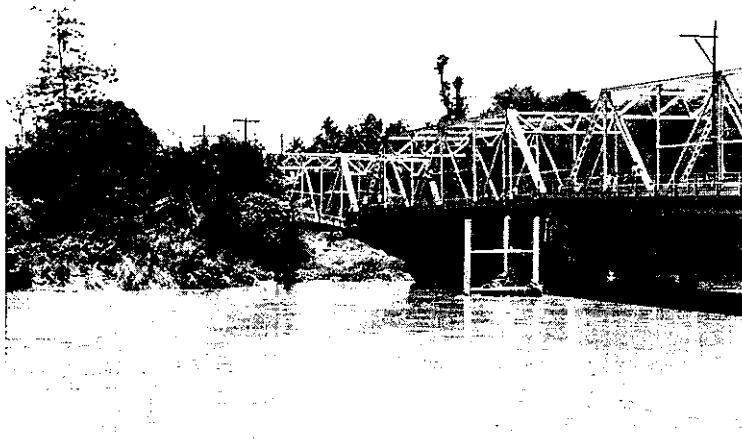


→写真-19

カルメン橋 — P₁₂橋脚と桁の被害
(左がA₂橋台方向)

↓写真-20 カルメン橋 — P₁₁橋脚
(左側がA₂橋台方向)





←写真-21

カルボ橋（右岸上流より）——
奥に見える桁が、P₁ 橋脚の移動、
沈下により落橋している

→写真-22

カルボ橋（右側上流より）——
P₁ 橋脚



←写真-23

カルボ橋上流にある鉄道橋（右岸
下流より）—— 手前の桁が落下
しているが他の部分は特に大きな
被害はない

→写真-24

カルボ橋上流にある鉄道橋（右岸
上流より）—— 岸には多くの
亀裂が見られた。



り新設のラーメン橋脚になっている。洪水による被害のためにこの橋脚のみ新設したそうで他と比べてかなりりっぱなものになっている（写真－17参照）。この橋脚自体はまったく被害はないが、図－7に示すように右岸の最初のスパン側の支承がはずれ桁が天端に落下している。橋台側（写真－4.）の支承は若干動いているが桁の落下までにはいたっていない。A₁側の地表の状況を写真－17に示すが、河に向かって地盤が動いており、この動きが橋台を押し、支承のはずれにつながったものと考えられる。

被害はP₇から左岸側の全ての下部工、スパンで発生している。この区間の周辺には多くの噴砂が見られ液状化が発生していたことは間違いない（写真－18参照）。また、地表に亀裂も見られ、地盤の水平移動もあったものと考えられる。なお、液状化の発生は河川敷に限られていたようで、左岸の市街にはほとんど被害がないようであった。

図－7、写真－18～20に示すようにP₈からP₁₂は全て沈下、傾斜が見られ、これが桁の落下につながったものと考えられる。最も沈下が大きいのP₁₀、P₁₁（写真－20）ではほぼ張出部のあたりまで没していることからおよそ2m程度の沈下があった。

橋脚の傾斜はP₈からP₁₂の全てで発生しており、5～10度（P₇、P₈から20～30度（P₁₀、P₁₁）程度である（写真－20）。特徴的なのは、P₁₂で、他の橋脚が河心方向に傾斜しているのとは異なりこれだけ反対方向に傾斜している（写真－19）。このためP₁₂～P₁₂間のスパンは完全に落下している。A₂橋台（いわゆるピアアバット）は足元をすくわれたように傾斜、取付け盛土につながるコンクリートスラブは桁を押し出し、P₁₂～A₁スパンを落下させている。この変位とP₁₂の左岸側への傾斜はP₁₂～A₁スパンの桁の被害を著しく増長させている（写真－19）。

(3)カルボ橋

カルボ橋はカルメン橋の南西約20kmのバヤンバン（Bayambang）の町（図－3参照）にかかる4径間単純鋼トラス橋であるが、左岸側の橋台、橋脚1基が傾斜し、1スパンが落橋した。図－8、写真－21, 22に被害の状況を示す。

この橋の状況は先のカルメン橋と非常によく似ている。河中の2基の橋脚は、やはり洪水によるものと考えられるが、新設のRCラーメン橋脚でこれらには被害はない。右岸側の橋台（図－のA₂）は基部に亀裂がはしっているが、特に大きな変形はなく、基礎は健全のように思える。

被害は、写真－22のP₁橋脚で最も著しく、これが落橋の原因となっている。この橋脚は沈下し、河心方向に移動、傾斜している。桁のずれからから類推すると約2m弱の移動があったものと考えられる。橋脚周辺の河川敷には、河と並行した亀裂が複数走っており、現場で亀裂の幅を測ってみたが2m程度の移動は十分ありうるものと考えられた。もちろん、噴砂も多く、液状化による地盤の河心方向へのすべりにより橋脚基礎（杭基礎か）が破壊され、橋脚矩体が移動、傾斜し落橋にいたったものと判断される。

カルボ橋の少し上流で鉄道橋が落橋していた（図－8、写真－23, 24）。この被害もカルボ橋とまったく同様で、1基の橋脚（右岸）が2m以上移動、傾斜していた。ただし、右

岸の橋台を含めまったく同様の形式と考えられる他の橋脚には被害がないようであった。

この橋の場合も写真-24に示すように河川敷に多数の著しい亀裂が発生しており、液状化による地盤の移動が直接の原因となったものである。

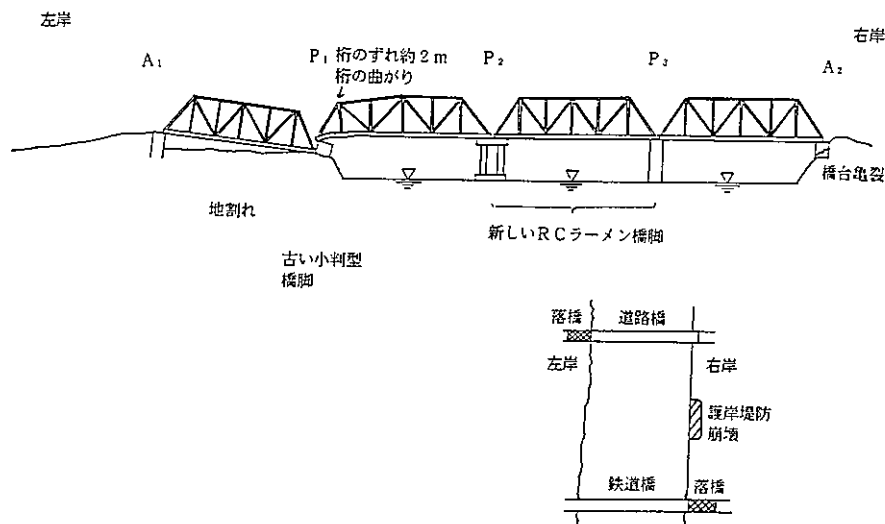


図-8 カルボ橋の被害状況

7. おわりに

この調査報告の大部分は速報的な意味で地震の発生した年の秋までにとりまとめられ、その年中に地震防災論文集の一部として公表する予定であった。しかし、諸般の理由で地震防災論文集の発刊そのものが遅れ、結局地震発生から1年半後に報告することとなり、まったくタイミングを失することとなった。

1991年の春から夏にかけて、土木学会や地震予知総合研究振興会等からあいついで詳細な報告書が刊行されており、ここで述べた被害についてもより詳細な事情が明らかにされている。しかし、ここでは、あくまで著者個人の調査に基づいて報告することとし、明らかな間違い以外はほぼそのままの形でここに掲載することとした。また、この地震災害の技術的な意味あいについても、上記の詳細な報告書等に述べられておりここではあえてまとめることは避ける。ただし、この災害に関して著者が個人的に感じたことについては、感想文的にまとめており、この論文集に別途掲載した。

最後に本調査にあたっては地震予知総合研究振興会の協力を得たことを記しておく。また、同行させていただいた浜田教授をはじめとする調査グループの各位には様々な面で助けていただいた。ここに感謝する次第である。

参考文献

- 1) 浜田政則，安田進，磯山龍二，恵本克利：液状化による地盤の永久変位の測定と考察，土木学会論文集，第376号/Ⅲ-6，1986年12月．
- 2) 財団法人地震予知総合研究振興会：1990年フィリピン・ルソン島地震被害調査報告書，平成3年5月．
- 3) 岡原美知夫，三谷光正：フィリピン地震災害調査報告，基礎工，1990年12月号．

所感 —— ある地震防災技術者の見たフィリピン地震災害と国際協力

日本技術開発(株)地震防災室 磯山龍二

今年の秋から今年にかけてのこの1年、4つの大きな地震災害が世界各地を文字どおり揺るがせた。1989年10月の米国ロマ・ブリータ地震(マグニチュード:M7.1, 死者62)、今年に入ってから3月のペルーの地震(M6.2, 死者70)、6月のイランの地震(M7.3, 死者3.5万とも4万とも言われる)、そして、7月16日のフィリピン・ルソン島の地震(M7.7)である。フィリピンの地震の死者は1,600名以上、負傷者は3,400名以上と伝えられている。これらの地震、特に今年の3つの地震はいずれも先進国以外で起こったもので、「国際防災の10年」の幕開けにあたって、様々な面で考えさせられる災害である。

私は、フィリピン地震から約半月後に一民間人とし現地調査を行う機会を得た。といっても、実質わずか4日間程度の調査行で、被害の一部をざっと見たにすぎない。調査の目的は、この地震でどのような現象あるいは被害が起きているのか、といった学術的な興味を中心であった(本論文集に被害調査報告を掲載しており参照されたい)。

ところが、最初に入った被災地であるリングエン湾に近いダグバン市の状況を見るうちにやや見方が変わってきた。ダグバン市は、市街の大半が液状化しており、全体の様相としては、新潟地震のミニチュア版といった感じである。我々は簡単な土質調査器具を持込み、試験を行っていたのであるが、人々が興味深げに集まり、様々な質問をあびせてくる。その内に、自分の家の被害を見てくれという。このまま使えるのか、補修するとしたらどのようにしたらよいのか、真剣な眼差しで聞いてくる。市街の大部分の商店、住宅は2～3階建てのRC造で、1～2mの沈下、傾斜を起こしている。しかし、本体構造にはほとんど被害がない。そこで、同行の東海大学の浜田政則教授とも相談し、建物をジャッキアップして、出来れば、底面にRCのスラブをひき一体化すれば、このまま使えるばかりでなく将来の地震についてもある程度心配ないとアドバイスした。ところが、ジャッキがないと言う。後に建設会社の技術者を含む色々な人に尋ねてみたが、器具もないし、そのような工事はほとんど経験がないようであった。それでは、市あるいは州当局に相談してはどうかというと、彼らは、行政に対してはまったくと言ってよいほど期待していないようなのである。

我が国では、ジャッキアップを専門とする会社すらあり、過去の新潟地震や日本海中部地震でその技術が確立されている。これは、まさに技術あるいはノウハウの問題であり、

それほど大きな経済的なバックなしに協力しうる。ところが、帰国して、国際協力に携わっている方々にお聞きすると、民間へのこのような形の援助は制度的に難しいとのことである。しかし、若干の機材と少数の専門家で可能なこういった協力は、相当の効果があると思う。ちなみに、浜田教授は、ある調査団を率いてフィリピンを再度訪れた際、復旧方法の概念を示した英文のマニュアルを持参、現地で説明を行い、大変感謝されたそうである。また、その後、浜田教授はダグパン市市民復興財団の要請を受け、我が国の民間企業の援助のもと、ジャッキの貸与、技術指導を行った（実際に一つの建物を復旧した。この援助には当社もわずかではあるが協力させていただいた）。

もう一つ、大変歯がゆい思いをしたのは、道路の被害と復旧に関してである。橋梁に関しては日本政府の調査団によると、65の道路橋に被害があり、そのうちの26橋が落橋を含む重度の被害とのことである。我々が見た3橋は、いずれも、液状化による基礎の被害のために落橋にいたったものであった。どの橋も外見は立派に見えるが、やや古い時代のもので、液状化を考慮した設計になっているとは思われないし、また、対策を施された形跡もない。同じ橋でも洪水被害により最近新設されたと考えられる橋脚はまったく被害がない。山岳地の道路の惨状を見ても、単に量を満足するばかりでなく、質の高いインフラの整備が長期的にみて必要ではないかとの感を抱いた。構造物等の設計にあたっては、現地の、あるいは欧米の基準類等に従うのが通例かと思うが、日本の協力で行うのであれば、日本の誇る耐震・防災技術を可能な限りとりいれるべきではなかろうか。

我々は地震から半月たった8月の始めに現地を訪れたのであるが、幹線道路の橋梁の応急復旧がようやく始まったばかりであった。ただし、応急復旧といっても、ある橋を例にとれば、木杭をうち、木の板を渡すというきわめて原始的なもので、ちょっとした洪水がくればすぐに流されそうな代物である。この仮橋が完成するまでの1月間以上は、幹線道路が寸断されることになり、被災地の復興、地域経済へ与える影響はかなり大きなものとなろう。このようなことを考えると、先の住宅等も含めて、地震後の応急復旧に対する協力があってもよいし、また、現地のニーズも高いものと考えられる。

日本の国際的な災害救助は昭和62年に制定された「国際緊急援助隊の派遣に関する法律」により、人命救助、医療活動については国際的にみて恥ずかしくない体制が整えられ、フィリピンの地震を含めてかなりの実績をあげている。災害に関する国際協力は様々な形で行われているが、予防がメインであるように思える。最近、災害復興援助とそれが可能な仕組みの必要性の指摘の声もあるが、私はこれに応急復旧をも含めたい。災害対策は、一般に、予防、応急対策、復旧、復興と段階分けされるが、これらをバランスよく実施しなければ実効性はうすい。この場合、単にハードばかりでなくソフト面での協力が重要となる。

私は海外業務の経験はなく、その仕組みや業務の実際についてはまったく無知といっ
てよい。したがって、本文においても無知ゆえの、見当はずれ、あるいは、分かり切った議
論があるかもしれない。今回、この原稿を書くにあたって、いくつかの関係論文等を見た。
そして、災害に関して実に様々な協力が実施され、また、真摯な議論がなされているのを
知った。おそらく、フィリピンの地震調査の経験と、国際防災の10年という機会がなけれ
ばこのようなことは考えなかったし、知ろうとしなかったと思う。今後、私に可能な範囲
で海外の地震防災の問題にもかかわっていければと考えている。

* 本小文は国際建設技術協会、「国建協情報」No. 559(平成2年12月1日)および当社
社内報に寄稿したものを合わせてとりまとめたものであることを記しておく。

** 東海大学浜田教授等の被害建物復旧に関する詳細は以下の文献に詳しい。

(財)地震予知総合研究振興会, 1990年フィリピン島地震被害調査報告書, 平成3年
5月.