

土木研究所彙報

TECHNICAL NOTE OF PUBLIC WORKS RESEARCH INSTITUTE

第50号

Vol. 50

U J N R 耐風耐震構造専門部会
20年の歩みと将来展望

TWO DECADES OF ACCOMPLISHMENTS
AND CHALLENGES FOR THE FUTURE
Panel on WIND AND SEISMIC EFFECTS, UJNR

昭和63年5月

May, 1988

建設省土木研究所

Published by

Public Works Research Institute, Ministry of Construction

Copyright © 1988 by P.W.R.I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Director General of P.W.R.I.

この報告書は、土木研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複製は、土木研究所長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。

UJNR耐風耐震構造専門部会 20年の歩みと将来展望

成 田 信 之* 編

TWO DECADES OF ACCOMPLISHMENTS AND CHALLENGES FOR THE FUTURE Panel on WIND AND SEISMIC EFFECTS, UJNR

Edited by Nobuyuki Narita

要 旨:

UJNR耐風耐震構造専門部会は、強風、地震、高潮ならびに津波からの災害防除に関して日米間の技術協力を行う事を目的として、昭和42年に設置が決められた。その後昭和43年東京において第1回の合同部会が開催されてから、本専門部会は年々その活動を拡張して来ている。すなわち、作業部会の設置、研究者・技術情報の交換、共同研究の実施、ワークショップの開催などが挙げられる。

本文は、昭和63年ワシントンで開催される第20回合同部会を機に、日本部会により用意されたものである。ここでは、本専門部会の20年の歩みと成果と将来展望について記した。

キーワード: UJNR、日米協力、強風、耐風、地震、耐震、高潮、津波、災害防除

Synopsis

In 1967, the Panel on Wind and Seismic Effects, UJNR, was founded with the aim of technical coopereation between the U.S. and Japan in regard to technology for the mitigation of natural disasters such as extreme wind, earthquake, storm surge and tsunami. Since the 1st Joint Panel Meeting held in Tokyo in 1968, the Panel has been expanding and broadening its activity yearly, establishing ten task committees, exchanging personnel and technical information, conducting U.S.-Japan cooperative research and holding workshops.

This Paper was prepared by the Japan Panel, commemorating the 20th Joint Panel Meeting to be held in Washington, D.C. in May, 1988, and sets forth the progress and accomplishments of the Panel in the last two decades as well as its future prospects.

Key Words: UJNR, Japan-U.S. Cooperation, Extreme wind, Wind Effect, Earthquake, Seismic Effect, Storm Surge, Tsumami, Mitigation of Natural Disasters

* UJNR耐風耐震構造専門部会長: 土木研究所長

目 次

I	はじめに	1
II	UJNR耐風耐震構造専門部会：20年の歩みと将来展望	
1.	序 論	5
2.	耐風・耐震構造専門部会の20年間の歩みと展望	5
2.1	本専門部会の経緯	5
2.2	活動成果	6
2.3	日米共同研究	6
2.4	今後の部会活動	7
3.	作業部会における20年間の歩みと展望	8
3.1	作業部会A「強震計配置計画と強震記録」	8
3.2	作業部会B「大型実験計画」	9
3.3	作業部会C「既存構造物の補修及び補強」	11
3.4	作業部会D「構造物の性能評価」	13
3.5	作業部会E「自然災害予測とその軽減のための国土利用計画」	15
3.6	作業部会F「ライフライン施設の災害防止法」	16
3.7	作業部会G「風の特性と構造物の応答」	18
3.8	作業部会H「地震時における地盤の挙動と安定」	19
3.9	作業部会I「高潮及び津波」	21
3.10	作業部会J「交通システムの耐風耐震技術」	23
4.	謝 辞	24
	付 録	25
III	TWO DECADES OF ACCOMPLISHMENTS AND CHALLENGES FOR THE FUTURE PANEL ON WIND AND SEISMIC EFFECTS, UJNR	
1.	Introduction	35
2.	Two Decades of Accomplishments and Future Challenges of the Panel on Wind and Seismic Effects, UJNR	36
2.1	Progress of the Panel	36
2.2	Accomplishments by the Panel	36
2.3	U.S. - Japan Cooperative Research Program	36
2.4	Future Challenges of the Panel	37
3.	Two Decades of Accomplishments and Future Challenges in Each Task Committee	38
3.1	Task Committee A "Strong-Motion Instrumentation Arrays and Data"	38
3.2	Task Committee B "Large-Scale Testing Programs"	40
3.3	Task Committee C "Repair and Retrofit of Existing Structures"	42
3.4	Task Committee D "Evaluation of Performance of Structures"	43
3.5	Task Committee E "Natural Hazard Assessment and Mitigation through Land Use Programs"	45
3.6	Task Committee F "Disaster Prevention Methods for Lifeline Systems"	46
3.7	Task Committee G "Wind Characteristics and Structural Response"	48
3.8	Task Committee H "Soil Behavior and Stability During Earthquakes"	49
3.9	Task Committee I "Storm Surge and Tsunamis"	51
3.10	Task Committee J "Wind and Earthquake Engineering for Transportation Systems"	53
4.	Acknowledgements	54
	Attachment	55

I はじめに

天然資源の開発利用に関する日米会議(UJNR)耐風耐震構造専門部会第20回合同部会が、昭和63年5月米国メリーランド州ゲイサースパークにて開催された。

UJNR耐風耐震構造専門部会は、昭和42年の第3回UJNR本会議において、新しい協力活動としてとりあげられた部会である。本専門部会は、昭和44年に第1回合同部会を東京で開催して以来、毎年1回日米交互に合同部会を開催し、昭和63年第20回合同部会を迎える運びとなった。20回という節目を記念し、過去20年間の本専門部会の歩みを振り返り、さらには将来の展望を改めて見直す趣旨のもと、第20回合同部会に「20年の歩みと将来展望」と題した日米双方の部会長による論文発表が、特別行事としてとり行われた。

この特別行事に日本側から提出した論文は、本専門部会の10の作業部会長の執筆による原案を、国内部会で討論し、佐々木及び横山両幹事の協力のもと日本側部会としてとりまとめたものである。この論文は、米国側委員にも好評で、非常に有益で有意義なものであるとの評価を得た。

本葉報は、この日本側提出論文を原案執筆者各位の合意を得て再掲したものである。本専門部会の活動概要、今後の発展をご理解いただく上で、また、日米両国の耐風・耐震技術の変遷を理解する上で、一助になれば幸いである。

なお、執筆者は、以下のとおりである。

建設省土木研究所

上 田 治

宇 多 高 明

川 島 一 彦

佐々木 康

篠 原 洋 司

横 山 功 一

建設省建築研究所

岡 本 伸

広 沢 雅 也

室 田 達 郎

科学技術庁国立防災科学技術センター

大 谷 圭 一

運輸省港湾技術研究所

土 田 肇

気象庁気象研究所

蔵 重 清

II UJNR耐風耐震構造専門部会 20年の歩みと将来展望

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
LIBRARY

II. UJNR耐風耐震構造専門部会：20年の歩みと将来展望

要旨

UJNR耐風耐震構造専門部会は、強風、地震、高潮ならびに津波からの災害防除に関して日米間の技術協力を行う事を目的として、昭和42年に設置が決められた。その後昭和43年東京において第1回の合同部会が開催されてから、本専門部会は年々その活動を拡張して来ている。すなわち、作業部会の設置、研究者・技術情報の交換、共同研究の実施、ワークショップの開催などが挙げられる。

本文は、昭和63年ワシントンで開催される第20回合同部会を機に、日本部会により用意されたものである。ここでは、本専門部会の20年の歩みと成果と将来展望について記した。

1. 序 論

天然資源の開発利用に関する日米会議 (U.S.-Japan Conference on Development and Utilization of Natural Resources=U.J.N.R.) の設立については、昭和39年1月27日東京で開催された第3回日米貿易経済合同委員会第1回全体会議の席上、米国側から提案され、日米科学委員会及び日米貿易経済合同委員会のいずれにも属さないものとして、同年から発足した。そのとき提案された主旨は「日米が両国の利益のために人的及び天然資源の分野で技術要員と調査結果の交換を、新たに政府レベルで行いたい。また、本計画を実現するために日米両国の政府職員による会議を早い機会に開催してはどうか。」というもので、日本側もこの旨を了解し、科学技術庁を中心として活動が開始された。

耐風耐震構造専門部会は、天然資源の開発利用に関する日米会議 (UJNR) の17の専門部会の一つであり、昭和42年東京で開かれた第3回本会議の席上で新しい協力活動としてとり上げられた。このプログラムは、日米両国が互いに地震、強風、高潮、津波の被害国である実情に鑑み、構造物の耐風・耐震設計法等の開発研究の成果を持ち寄り、意見を交換する機会をもたすことに主眼が置かれている。その活動範囲は年々拡大され、設計基準の改正上の問題点に関連して実施された調査研究の成果の交換、さらには強風、地震、高

潮、津波により生ずる災害から人命及び財産の損失を防止するための総合的対策、技術分野の開拓を目標としている。

日本と米国の双方に部会が設置され、日本側の部会は建設省土木研究所長を部会長とし、6機関29名の委員で構成され、また米国側の部会は国立標準局国立工学研究所建築技術センター所長を部会長とし、8機関35名の委員で構成されている。

また本部会には、専門部会の活動をより緊密にするため、10の作業部会を設け、研究情報の交換、作業部会ごとのワークショップの開催等を実施している。

第20回の合同部会が1988年5月ワシントンで開催される機会に、本専門部会の20年間にわたる活動を記念した特別論文の発表が提案された。本文は、日本部会により準備されたものであり、各作業部会長と佐々木、横山幹事が協力して執筆し、部会委員の議論を踏まえてとりまとめを行った。

本文では、本専門部会の20年間の活動を各作業部会分野ごとに振り返り、また今後の展望を記した。

2. 耐風耐震構造専門部会の20年の歩みと展望

2.1 本専門部会の経緯

(1)本専門部会は、昭和44年に第1回合同部会を東京で開催して以来、毎年1回日米交互に合同部会を開催している

(2)昭和53年第10回合同部会で津波および高潮に関する

課題を含めるための部会活動の拡大が決められ、部会委員が増強されそれ以降この分野の活発な活動が持続されている。

(3)地震予知に関して、その重要性が指摘され、本部会において活動が進められたが、昭和53年、UJNRの地震予知専門部会の設置が決定され、地震予知の課題を担当することとなった。

(4)昭和50年、活動をより緊密にするために、本専門部会の下に強震計配置計画と地震記録、大型実験計画などAからDまでの6作業部会が設置され、その後さらに追加設置され、現在ではAからJまでの10作業部会が活動している。

(5)強震計データを含む多くの資料、文献が日米両国で交換されている。

(6)昭和52年以降、研究者の交流、日米共同研究が推進され、また作業部会主催のもとに日米両国の部会員及び研究者によるワークショップ並びに共同研究のための調整会議が開催されている。

(7)以下の5課題の日米共同研究が行われた。

研 究 名	年 次
鉄筋コンクリート造に関する大型耐震実験研究	1979年～1987年
鉄骨造に関する大型耐震実験研究	1981年～1987年
ライフライン施設の耐震性に関する共同研究	1982年～継続中
原位置地盤調査法に関する共同研究	1983年～継続中
組積造に関する大型耐震実験研究	1984年～継続中

共同研究の遂行により、両国の研究手法の交換、両国の技術情報の交換、人的交流（特に若手研究者、設計技術者の交流）等が促進され、長期的観点から今後の耐震工学研究に大きく寄与した。

(8)昭和54年には、土木研究所、建築研究所、国土地理院ならびに気象研究所が筑波研究学園都市へ移転した。これに伴い新しくかつ大型の実験施設が整備され、新しい実験研究が進められるようになった。これらの施設は日米共同研究にも有効に活用されている。

(9)昭和62年本部会の活動方針を明確にするために、憲章を作成した。

2.2 専門部会の活動成果

(1)これまでに日米双方から1,000編を超える研究論文や調査報告が合同部会の中で発表され、合同部会会議録として印刷、配布が行われており、両国の耐風耐震技術の発展に活かされた。

(2)日米両国の200名にのぼる研究者が共同研究や地震

被害調査など相手国における活動のために交流された。

(3)本専門部会の下で16回のワークショップが開催され、関連の研究者による研究の発表、討議などが行われた。その成果は報告書として印刷され、広く配布されて役立てられている。

(4)強震記録は耐震研究のための貴重な資料である。このため日米両国の強震記録を交換する体制が整備された。すなわち、強震記録カタログを定期的に交換し、また、強震記録の波形や数値化された記録についても報告書が刊行された場合には、その都度関係機関への配布を行っている。

また、強風記録、津波記録、海底地形データベースが交換され、研究に役立てられた。

(5)開発途上国への協力についての情報交換が行われた。特に、メキシコ地震、チリ地震では日米両国それぞれにより被害調査その他の協力が行われており、それらが報告された。

2.3 日米共同研究

(1)鉄筋コンクリート造に関する日米共同研究

①実大7層鉄筋コンクリート造建物の実験により、鉄筋コンクリートの一般的形態である連層壁を含んだ建物の保有耐力、変形性能を確認出来た。つまり供試体建物の保有耐力は通常の計算法では $C_b=0.24$ 程度であるが、スラブの協力効果により $C_b=0.36$ に上昇することが明らかになった。また変形能力についても1/64の部材角でも耐力低下のない靱性のある挙動を示した。

②Pseudo Dynamic実験手法の開発により建物の地震時の挙動が明らかにされた。

③共同研究として実施されたことにより、梁主筋の柱への定着方法や梁端部での密なせん断補強等の米国側基準の良い点が再確認され、鉄筋コンクリート規準（日本建築学会）改訂の基礎資料として貴重なものとなった。

④実験の途中で建物の補修工事を行ったことにより、被災構造物の耐震性能回復に貴重なデータを与え、省資源の観点から「震災復旧技術の開発」という新分野の端緒となった。

⑤仕上材料等の2次部材の地震時挙動を直接把握することができ、構造体の耐震性ばかりでなく2次部材の耐震的配慮を講ずる為の貴重な資料が得られた。

(2)鉄骨造に関する共同研究

①鉄骨建造物の耐震実験で実大規模（6層）でかつ一般の建築物を表現する一定の床面積を有する試

験体を用いたものは世界でも初めての例である。筋かい構造と剛接骨組構造の混合した実大建物の地震時挙動が明確になり、経済設計が可能になった。即ち筋かいの入った構面のモーメント抵抗効果が実験的に確認されたことにより、設計への導入が可能となった。

②地震動をシミュレートしたPseudo Dynamic実験法の採用により、従来の静的加力実験では再現出来なかった多層建物の各層への損傷の集中特性が確認された。

③実大規模の合成梁の挙動（鉄骨梁とコンクリート床スラブの共働効果）が確認された。特にその有効巾及びスラブ内の力の流れが実験的に確認されたことにより、設計の余裕等が増すこととなった。

(3)原位置地盤調査法に関する共同研究

液状化判定のための地盤の調査方法は世界のどこで実施されたものであっても統一的な結果を与えるものでなければならない。ところが、液状化判定に用いられることの多い標準貫入試験の実施方法が日米両国で異なることが指摘され、試験結果のN値の意味するところが、日米両国で共通しているかどうかという問題が提起された。このため、既往の地震で液状化を生じたことが明らかな地点で日米協力して、両国でそれぞれ用いられる一般的な方法で標準貫入試験を実施し、その結果を比較した。

この現場試験に基くデータの解析から日米の方式には、打撃エネルギーや打撃回数に違いが見られるものの結果的には、日米両国の方式で実施して得られる打撃回数は正規化した打撃エネルギーに対してはほぼ同程度の値となる。

この共同研究で得られた上記の結果は、両国の液状化事例の解析や現象の理解を深める助けとなっている。

(4)ライフライン施設の耐震に関する共同研究

日米両国ともに都市部にけおるライフライン施設の地震被害が著しく、また、これが国民の生命・財産に与える影響が大きいことから、日米両国が協力してライフライン施設の動的応答及び強度・変形特性を把握するために1982年から共同研究が開始された。

動的特性が構造物により大きく異なることから、当初、1)RC柱状構造物、2)地中埋設管路、3)米地下構造物の3種類の構造物に関する共同研究が実施されることとなっていた。1982～1987年までは主としてRC柱状構造物に対する共同研究が、NBSと土木研究所間で、また、1988年以後は地中埋設管路に対

する共同研究が、コロンビア大学、コーネル大学、NCEER、土木研究所間でそれぞれ実施もしくは、実施されつつある。

RC柱状構造物の耐震性に関する日米共同研究では、米国側は、直径2mに及ぶ大型模型及び中型模型を用いた静的正負交番載荷実験により、スケール効果に関する実験が、また、日本側では、中型模型を用いた高速動的載荷実験により載荷速度及び載荷履歴の効果に関する実験が、それぞれ実施された。米国側の研究成果はスケール効果の影響として、また、日本側の研究成果は、載荷速度、載荷繰返し回数、載荷履歴方法、二方向同時載荷、斜め載荷の実験として、それぞれ、とりまとめられ、合同部会および、橋梁ワークショップを通して技術交流が図られている。

また、地中埋設管路の耐震性に関する日米共同研究では、米国側では断層横断部の、また、日本側では地盤条件変化部の地中埋設管路の地震観測を実施しつつあり、こうした地震観測記録の収集及び解析を中心とし地中埋設管路の地震応答特性に関する技術交流を進める予定とされている。

(5)組積造に関する共同研究

①現在進行中であるので最終的な成果は未だ得られていないが、高層組積造の実現の為の組積ユニットの開発、ユニット間の力の伝達法の開発等新技術が既に得られており今後の最終成果のとりまとめが待たれる。

2.4 部会活動の今後の計画

(1)人材の交流、情報の交換は専門部会活動の基本であり、今後も熱心に継続する必要がある。

(2)本専門部会の支援下にワークショップが開催され、共同研究が実施されている。これらは作業部会の当該分野の研究の大幅な推進に役立っている。より大きな成果をあげるために、作業部会は各分野の研究ニーズを明確にし、今後の研究計画を作成する事が望ましい。

(3)各作業部会の活動を円滑に、かつより効率的に行うために、各作業部会間の連絡と、計画の調整が必要である。

(4)本専門部会は、合同部会会議録その他を出版し、両国ばかりでなく他の国々の関係機関に配布してきた。さらに共同研究、ワークショップに関して他機関との調整をはかって来た。必要に応じて耐風耐震技術に係る他機関の活動に注意を払いながら協調して活動を進めるように努める。

(5)近年の都市化ならびに社会経済活動の高度化に伴い、

強風の影響度は増大している。このため、強風の特
性、耐風設計、風環境を含む耐風研究の強化に努め
る。

- (6)共同研究は大きな成果の期待できる協力形態である
ので今後も積極的に実施する。共同研究を促進する
ために、本部会はこれらを奨励し支援する。
- (7)国際防災旬年の計画は、本専門部会の活動と深い関
係が生ずるものと予測される。今後の全体の計画の
動きに注意し、専門部会の活動がより有意義なもの
となる方向を模索する必要がある。
- (8)開発途上国への協力は従来からとりあげられている
重要な課題である。強風、高潮、地震及び津波によ
る災害を被っている開発途上国の実情に鑑み、構造
技術基準、防災計画などの途上国にとって有効な情
報を提供できるような研究を進める事が重要である。
更に、開発途上国への支援および研修の計画の開
発・調整の努力を継続する。
- (9)本専門部会の活動をより活発にするために、取り組
むべき研究課題を選定し、研究計画を策定するとい
う点は検討に値する。研究課題としては、例えば、
以下のような課題が指摘されよう。
- (a)データベースの整備
 - (b)ベンチマーク構造物
 - (c)詳細な強風および地震時の応答観測
 - (d)base isolation
 - (e)地盤の液状化対策
 - (f)設計基準、試験法などの比較

(横山功一、佐々木康)

3. 作業部会における20年間の歩みと展望

3.1 強震計配置計画と強震記録

(1)経過

強震計配置計画と強震記録に関する作業部会（以下、
作業部会Aと書く）の設置は第7回合同部会（1975）
で採択され、その具体的な活動方針は第8回合同部会
（1976）の際に日米作業部会で合意され、合同部会でも承認された。その内容は以下の6項目であった。

- 1) 構造物に被害を及ぼした地震または最大加速度が
0.1Gを超える地震の後では、地震の発生した国の
作業部会が相手国の作業部会に強震記録のリスト
を提示する。
- 2) 毎年、夫々の国で得られた強震記録のカatalogを
交換する。
- 3) 強震記録について、数字化に利用できるコピーが
必要となった場合には、その入手の為に必要な手
配を、作業部会が行う。

- 4) 作業部会に関係する機関が刊行する強震記録に関
する報告書を交換する。
- 5) 日米両国で刊行された強震記録に関する報告書の
リストを交換する。
- 6) 数字化された記録の印字物を交換する。カード、
磁気テープなど印字物以外の形式による数字化さ
れた記録の交換も検討する。

以後、合同部会の都度、活動方針が検討され、状況
に応じて修正や追加が行われた。1987年5月にハワイ
州ホノルル市で地震動の高密度観測に関する国際ワー
クショップが開催され、国際協力のもとに高密度観測
を推進することが決議された。当作業部会も直ちにこ
れに呼応して、高密度観測の推進と情報交換を活動項
目に加えた。また、活動範囲も地震動観測に関する情
報及び地震動記録の交換から拡大されて、現在では、
地震災害の軽減を意識した観測解析及びそれらに関す
る共同研究の促進まで含まれるところとなった。また、
上記の5)両国の強震観測に関する報告書のリストの交
換は、実施を試みた結果、作業部会関係機関の報告書
の交換で相当程度に目的が達成できること、リストの
作成が担当機関に取り負担となり過ぎることが明らか
になったので、活動項目から削除した。

1987年の活動項目は12項目である。そのうち、ワー
クショップの開催など短期的な活動に関するものが2
項目であり、残り10項目が経常的に実施されるべき活
動項目である。先に示した活動項目に追加されたもの
を要約して示すと以下のとおりである。

- 7) 観測網と観測機器に関する技術情報の交換
- 8) 地震活動の活発な地域における観測及び大地震の
震源付近における地震動の観測に関する国際活動
への協力
- 9) 大地震直後の観測のための研究者や器材の相互受
入
- 10) 地震災害軽減のための観測と解析に関する共同研
究

以下には、短期的なものをもふくめて、いくつかの
活動の概要を紹介する。

(2)強震記録カatalogの交換

米側からはSTRONG-MOTION PROGRAM
REPORTが、日本側からはSTRONG-MOTION
EARTHQUAKE RECORDS IN JAPANが相手側に
定期的に送付されている。また、大地震による強震記
録の速報としては、夫々の地震について、米側から米
国地質調査所のオープンファイルレポートが、日本側
からは強震速報が相手側に送付されている。強震速報
の英文説明はこの作業部会の活動のために作成された

ものである。このように、作業部会の活動を通じて、日米の主要地震による強震記録の状況について迅速に情報を入手している。

(3) 強震記録の交換

強震記録の波形やデジタル化された記録について報告書が刊行された場合には、その都度関係機関に配布されてきた。

現在では、コンピュータで使用するデータの配布は磁気テープ等によることが普通になっている。しかし、作業部会の発足当時は、紙カードによるデータの配布が重要な地位を占めており、磁気テープによるデータの配布も行われてはいたが互換性の点で苦労することが多い時代であった。そのような事情から、前記のように、コンピュータからの印字出力を含めた印刷物による記録の配布と平行して、より能率的な媒体による記録の交換の検討を行うこととした。具体的には、米側より地質調査所が観測した Imperial Valley 地震（1979年10月15日）等の記録が磁気テープにより日本側に送付され、関係機関に配布された。また、日本側から湾港技術研究所が観測した日本海中部地震の記録が米側に送付された。このようにして、関係機関相互における磁気テープの互換性が確認されるとともに、記録が交換された。これにより、前記の項目は活動計画から削除された。以後、必要に応じて磁気テープによる記録の交換が行われている。

以上のように、強震記録の交換については大きな成果を達成している。

(4) 強震観測に関するワークショップ

1987年8月2日から8月6日までの5日間にわたり、米国カリフォルニア州メンロパーク市にある米国地質調査所において、強震観測に関するワークショップを開催した。ワークショップの内容は強震観測網、強震計、強震記録の処理解析に関する技術討議、強震記録のデジタル化実験、技術見学より構成された。参加者は、日米併せて、14名であった。技術討議では21件の報告と討議があった。デジタル化実験では地質調査所が使用しているシステムにより、日米の代表的な強震記録のデジタル化を行い、意見を交換した。このワークショップは、国際地球物理学会 (IUGG) が8月8日にカナダのバンクーバー市で開催した「強震記録の処理に関するワークショップ」との関連を考慮して、内容の重複を避けて構成した。従って、両ワークショップに出席することにより、強震観測の広い分野について情報交換と討議が可能であった。実際にも、UJNRのワークショップの主要参加者は両方に出席した。

(5) 余震観測班の相互受入について

大地震直後に震源域の近くで余震を観測することは非常に有意義である。しかし、これを成功させるには地震後速やかに観測を開始する必要がある。相手国からの観測班の受入や共同研究の体制について検討を行うこととし、迅速な通関方法や来訪した観測班が必要とする支援の内容などについて調査を行った。

(6) 強震記録の公開方針の検討

強震記録は非常に広範囲の利用分野を有する。したがって、非常に多くの技術者や研究者がその利用を希望することが多いし、観測者はそれに応えるよう求められている。他方、世界的に見て、強震観測が研究者により実施されている例も多い。このような立場の研究者は自分で取得した記録により研究報告を作成する意図を有している。この場合には、強震記録が研究の一部として得られたデータということになり、直ちに無条件で記録の公開を求めることは、研究者に対し苛酷な要求となることも考えられる。したがって、観測者にも利用者にも納得の行く強震記録の公開方針が樹立される必要がある。この点について、作業部会でも検討を続けている。

(7) 将来展望

強震観測網や強震記録の取得状況に関する情報や強震記録の交換については、すでに実績を上げており、今後はこれを継続するとともに強化して行くことになろう。また、新しい強震計や記録の処理解析システムについては、実物を前にして討議を行うことが強く望まれるので、適当な間隔でワークショップを開催して、情報交換と双方の技術の向上を計って行くことになろう。

今後拡大強化すべき分野としては、国際的な強震観測に対する日米作業部会が協調した貢献、地震災害の軽減を意識した強震記録の利用技術の向上と思われる。後者については、共同研究として推進することが考えられる。

(土田肇)

3.2 大型実験計画

(1) 経緯

1968年十勝沖地震の際、多くの近代的な鉄筋コンクリート造学校建築がひどい被害を受けた後、(1)十勝沖地震の経験を可能な限り学び、(2)建築基準の再評価と可能な変更を考察し、(3)設計及び工事手法を改良し、(4)必要な研究計画の着手を通じて、新設計法の設立を目指した努力が行われた。この必要性に立脚して、第一回共同セミナー（仙台、1970）が(1)近代的な学校建築の被った被害の原因の評価、(2)設計及び工事方法の

調査、(3)共同研究としてより効果的に実施すべき研究計画の検証と定義を目的として開催された。

第二回共同セミナー（カリフォルニア州バークレイ、1973）が(1)1971年サンフェルナンド地震の再の鉄筋コンクリート建造物の被害原因、(2)耐震設計に関する最近の研究、(3)実在建造物の安全性とその抵抗力上昇の意味、地震後の被害の修復について再評価を目的として開催された。仙台で開催された非公式の討論の助言をえて、「学校建築の安全性を強調した耐震工学の日米共同研究計画」が日米共同科学計画の基に1973年5月から1975年10月の期間で実施された。

学校建築の安全性に関する共同研究計画の評価会議が1975年にハワイで開催された。この経験を意中に置いて「耐震工学分野に於ける日米共同に関する勧告」が全ての正式参加者に依って立案、署名された。勧告2、3は以下の通りである。

勧告2

「構造システムの大型実験に関する共同耐震研究計画」をUJNR耐風耐震構造専門部会の支援の基に設置する。(以下省略)

勧告3

UJNR耐風耐震構造専門部会の基に作業委員会を設置する。この作業委員会には支援政府機関の拘束の中で両国にとって最大の利益となる効果的研究計画を確保し、勧告2の実施のための詳細計画及び勧告を作成する任務を与えるべきである。(以下省略)

(2)本部会の活動

上述した大学の研究者による共同の活動と平行して、本部会の政府機関の関係者も共同努力の強化について積極的な活動を行っていた。1974年にワシントン特別区で開催された第六回合同部会の結果として、次の結論を採択している。

3. 近い将来、共同研究計画、特に研究施設の相互利用と研究者の交換の分野における共同研究計画を推進するよう一層の努力を重ねる。

第七回合同部会（1975）の際、共同大型実験計画の意義がC.C.ThielとJ.B.Scalziによって提出された「地震災害軽減—共同研究への手掛り—」と題された論文で次のように述べられている。

3. 建造物の大型破壊の実験

日米共同計画において必要とするデータを取得する計画は(a)異なる材料、構造の実在建造物の大型実験、(b)特定のデータを得るために建設された実大試験体または建造物の仮動的試験、(c)仮動的試験または実大試験体を考慮した試験体に対する振

動台による検証実験から構成される。

第十回合同部会（1978）において、以下の結論を採択することによって、本部会は計画の強力な支援を再び表明した。

3. 耐風耐震構造専門部会は、大型実験に関する日米共同計画の重要性を認識し、当部会主導のもとに本計画の早期実施を推進する。

(3)計画グループの活動

1976年1月、NSFのJ.B.ScalziはUCBのJ.Penzienが提出した勧告3の実施に関するNSFへの提案を推進することとした。この推進決定と共同研究に関する過去の勧告の強化により、「構造システムの大型実験に関する共同耐震研究計画の企画」と題する提案が、UCBからNSFの“Research Applied to National Needs (RANN) 理事会”に提出された。NSFはJ.Penzienを主任研究者とする補助金を交付することとしてこの提案に好意を持って応答した。この計画グループは大学の研究者と本部会の作業部会(B)の参加者がメンバーとして参加している。

大型実験施設を利用する日米共同研究の第一回計画グループの会議が1977年9月に東京で開催され、大型実験施設を利用する耐震工学に関する将来の共同研究計画について議論した。

第二回会議が1978年5月にサンフランシスコで開催され、大型実験施設を利用する共同耐震研究計画についての議論を継続した。

第三回会議が1978年12月に東京で開催された。この会議では研究計画の推進についての議論が継続して行われた。

第四回会議が1979年7月バークレイで開催され、共同研究計画に関する勧告が仕上がった。

会議において採択された主な結論は次のとおりである。

①共同計画の到達点は実大実験、縮小模型実験及び解析的研究の相互間の研究を通じて、耐震安全性の向上を図ることである。

②この計画は日米双方で協力して共同で1979年に開始すべきである。

③共同研究として実施する実大仮動的実験の当面の計画は、次の建物形式のリストに従って推進するものとする。No.1 鉄筋コンクリート造、No.2 鉄骨造、No.3 プレストレス/プレキャストコンクリート造、No.4 鉄骨鉄筋コンクリート造、No.5 組石造、No.6 木造

④勧告している共同研究計画が成功裡に実施されることを保証するために、両国の全ての関係者の

完全な協力が肝要である。それ故、次の委員会の設置を勧告する。

(a)本計画に参画する機関に対して科学的、技術的助言をする「合同技術調整委員会」。この委員会は本計画が実施されている間少なくとも年一回の会合を開催する。

(b)鉄筋コンクリート造、鉄骨造、仮動的実験法及び他の主要な活動範囲に関係する研究実施の検討を行う「共同小委員会」。この委員会は必要に応じて会合を持つ。

⑤両国の関係する政府機関は前述した結論の実行のための調整を早急に実施すべきである。日米共同科学計画とUJNR耐風耐震構造専門部会は大型実験計画の実施に向けて協力することを勧告する。

(4)大型実験施設を利用する日米耐震共同研究計画

①鉄筋コンクリート造に関する研究

計画グループの勧告及び結論に従い、科学技術庁、建設省及び国立科学財団は1979年8月10日は「大型実験施設を利用する日米耐震共同研究計画の実施取り決め」に調印した。UJNR耐風耐震構造専門部会の両部会長は実施機関（科学技術庁、建設省、国立科学財団）から、本共同研究計画に賛同を求める共同で署名された手紙を受け取った。作業部会は計画及びその内容を評価し、本部長がこの計画に賛同をあたえる様勧告した。本部長は1980年7月に実施機関に対し本計画の賛同を与えた。

実大7層鉄筋コンクリート建物の実験が建築研究所で1981年3月に開始された。日本で実施される予備実験は1980年に開始され、1982年に終了した。米国で実施される予備実験は1981年に開始され、1983年に終了した。

日米合同技術調整委員会が1982年7月に日本で開催され、実験データ及びデータ交換について議論された。

全ての実験研究及び解析研究は1984年に終了し、その結果はアメリカ・コンクリート協会の「特別出版'84」として刊行された。

②鉄骨造に関する研究

建設省と国立科学財団は1981年5月18日に「鉄骨造の大型実験施設を利用する日米耐震共同研究計画の実施取り決め」に調印した。そして、本部長は1981年5月22日に建設省、国立科学財団に対し賛同を与えた。

UJNRの賛同の基で、合同技術調整委員会が1982年7月に開催され、日本で実施される実大実験、日米双方で実施される予備実験について議論した。また、合同調整委員会は1983年6月、1984年2月に開催され、鉄骨造の共同研究の内容について議論した。

実大鉄骨造実験が1983年開始された。両国で実施された実大実験及び予備実験の全てが1986年に終了した。

合同技術調整委員会が1987年7月に東京で開催され、鉄骨造共同研究計画の総括が為された。

③組石造に関する研究

組石造に関するワークショップが1984年3月に建築研究所で開催され、組石造に関する実大実験及び部分実験を含む共同研究の必要性について評価が行われた。組石造に関する共同研究の合同計画委員会が1984年7月米国で開催され、組石造に関する共同研究計画が議論された。建設省と国立科学財団は「組石造の大型実験を含む日米耐震共同研究計画の実施取り決め」に1984年12月に調印した。本部長は第17回合同部会の期間中に、実施取り決めに対する賛同を与えた。

組石造研究日米合同技術調整委員会が1985年8月東京で、1986年9月コロラドで、1987年11月北海道で開催された。

実大5層組石造建物の実験が1987年11月に開始された。本共同研究は両国において目下進行中である。

(5)将来計画

作業部会は適切な日米の機関における次の論題についての継続的な審議を促進し、その結果を部会に報告・勧告する。

- a. プレキャスト・コンクリート構造の地震時性能
- b. 複合構造、併用構造の地震時性能
- c. 高地震地域に建設される建造物へのコンクリート、鉄等の高強度構造材料の応用
- d. 高地震、強風地域にある危険度の高い建造物への免震及び減衰制御機構の応用

作業部会は日米両国の大型実験施設、大型実験計画に関する情報の交換を強化する。

(大谷圭一)

3.3 既存構造物の補修及び補強

(1)作業部会の経緯

構造物の補修・補強に関する作業部会(C)はその他のA、B、D、E、Fの既存の5つの作業部会と同様に、1975年の第7回専門部会においてその設置が決議された。この決議にもとづき1976年第8回専門部会の時に、第1回の作業部会が開催され、その後各専門部会の毎に開催されたので、1987年迄には延べ12回の作業部会が開催されるに至っている。

この間、第11回合同部会（1979年）の際に開催された作業部会において本部会に係わる日米セミナーの開催が決議され、翌1980年から3年間にわたり毎年1回

のセミナーが開催された。また、1987年には5年ぶりに第4回目の日米セミナーが開催された。

C作業部会の成果は、主として、この4回にわたる日米セミナーの開催及び専門部会やこれらのセミナーを通じて行われた関連基準類や現況報告等の情報交換において評価される。

以下、このレビューでは4回のセミナーの概況、提出された関連論文の分析、情報交換された主な関連基準類等についてふれ、今後の作業部会に対する提案を記す。

(2) 4回にわたって実施された日米セミナーの概況

上述した4つのセミナーの内、第1回と第3回は米国で開催され、第2回と第4回は日本で開催された。第4回を除き、各回共セミナーの開催にあわせて、各地において補修・補強にかかわる現場見学会が行われ、両国における実際の現場の理解に大きな貢献をしている。しかし、その反面、セミナーが相手国で実施される場合、第2回の時を除き当事国からの参加者数が非常に少ないこと、また、セミナーの開催日数が第4回の場合を除き、共に1日～1.5日であり、十分な討議のためには短かったことが問題点として指摘される。

各回のセミナーでの提出論文及び第1回から第19回までの専門部会に提出された補修・補強分野の関連論文数はそれぞれ合計で81編及び20編に達している。これらの数字にみる様に専門部会では提出または発表する論文の数が限定されるため、セミナーを開催することがその分野の情報交換にいかにより有益であるかということがわかる。なお、各国のセミナーの発表論文については第1回から第3回についてはProf. R. D. HansonがNSFの研究資金により、また第4回については広沢博士がBRIの協力により、それぞれProceedingsをとりまとめ、参加者に配布している。[1]～[4]特に第1回～第3回のProceedingsについては多数印刷され他国の研究者等に広く配布されている。

また、各回のセミナー等においてその概要が報告された、関連分野における両国の主要な基準類は11編に及ぶ。日本では、既存構造物や被災構造物の診断や補修・補強に関する基準類が、特に建築分野を中心に多くとりまとめられており、セミナーを機会にそれらの概要報告が行われていることは注目に値する。

(3) 作業部会における情報及び資料交換

前述のように、本作業部会の関連では、延べ4回の日米セミナーを開催したことが、主として両国の情報交換にきわめて有効であった。しかし、この種のセミナーについては主として外国出張旅費の制約に加えて、両国における研究資料の蓄積状況などから毎年開催す

ることは必ずしも適切ではない。

一方、毎年、専門部会と同時に開催されている作業部会は、セミナーの機能を補填し、また先導する役割をはたしてきている。作業部会が具体的にはたしてきた重要な役割の1つは両国における主要な関連文献の紹介及び、一部のものについての相手国への贈呈である。

なお、本作業部会については、セミナーの開催を除いて関連した共同研究等で企画、実施されたものはない。

(4) 関連発表論文の分析

本作業部会が担当する構造物の補修・補強の分野についての各専門部会における主要提出論文、及び延べ4回の日米セミナーに提出された全論文の内容について、その傾向をみると、次のような事項が指摘できる。

- 1) 全般に日米両国共、土木分野のものにくらべて建築分野のものが圧倒的に多い。このことについては、土木構造物に性しては他にF)ライフライン、J)交通システム等の作業部会があり、これらの部会のセミナー開催状況も原因の一つと考えられる。
- 2) また、日本の建築物の場合を除き被災構造物より既存構造物に関するものが多い。このことは、本作業部会関連研究の未着手分野が少なくないことを物語っている。
- 3) 更に、診断評価手法と補修・補強方法とに関するものを比較すると後者に関するものが多数を占めている。
- 4) 日本側と米国側とでは前者による論文数の方が多く、特に日本側では技術指針類に関する多数の論文が目立つ。これに対し、米国側の論文は考え方、理念的なものが多い。これは、日本において、国単位での技術開発プロジェクトの実施や国単位での技術指針類のとりまとめが多く行われていることによると思われる。
- 5) 米国の論文は主として土木構造物及び建築物共に既存構造物の耐震補強に関するものが多く、それらの内容としては考え方、実験又は実施例のようなものが多い。
- 6) 日本の土木構造に関する論文は数は多くはないが、対象物として既存及び被災構造物、それらの状況として診断及び補修・補強等多くの分野に及んでいる。しかし対象構造物は1例を除き道路橋を含む橋梁関係のものである。
- 7) 日本の建築物に関する論文は補修・補強に関する非常に多くの分野をカバーしている。特に米国と対比して被災構造物に関するもの及び指針類に関するものの数が多いことが大きな特徴である。

以上のように、発表論文の数や内容でみると、主として日米両国間、土木構造物及び建築構造物、また、既存構造物と被災構造物等の間で顕著な違いがあり、全般的に今後につづ研究課題が多いことを物語っている。

(5)作業部会の将来の方向

本作業部会の将来の方向を、前述した種々の資料から判断すると以下の通りである。

- 1)既存の又は被災した構造物の診断や補修・補強に関する技術は世界的にみて開発途上の技術であり、関連研究開発を有効に進めるためには、比較的技術開発が進んでいる日米両国間における情報や技術資料の交換等について技術協力を推進することが必要である。これらの協力の成果は世界の地震災害の軽減に有効なものとなろう。
- 2)上記のため、専門部会には継続して本作業部会を設けるべきであり、また、以下の密接な技術協力の推進のために、適切な頻度により日米共同の技術セミナーを開催する必要がある。
- 3)既存の、または被災した構造物やその部材の性能の評価方法及びそれらのための補修・補強工法の詳細とその評価方法等については日米両国間で基本的又は概念的には共通するものが少なくない。しかし、細部となると明らかに違いのある部分が決して少なくないのが現状である。
- 4)この状態の解決のためには、次のような作業を日米両国の共同作業として行うことが有効かつ必要であり、このためには周到に事前準備をした上で、十分な日程による日米セミナーを開催することが必要となろう。
 - a. 同種の構造物を対象とした両国の技術指針の比較検討を、共通の明快なベンチマーク構造物を例題として、日米共通して行うこと。
 - b. 補修・補強工法の有効な詳細とその評価方法の確立のために、いくつかの代表的な工法を例にとり、日米共通して相方の実験的バックデータを通して比較、検討すること。
- 5)上記の前提条件として、代表的な技術指針やそのバックデータとなっている技術資料を両国が十分に整備し、交換することが必要である。

(参考文献)

- 1)Proceedings of the First Seminar on Repair and Retrofit of Structure, Dept. of Civil Engi. The Univ. of Michigan, Ann Arbor, Michigan, May 1980.
- 2)Proceedings of the Second Seminar on Repair and

Retrofit of Structure, Dept. of Civil Engi. The Univ. of Michigan, Ann Arbor, Michigan, May 1987.

- 3)Proceedings of the Third Seminar on Repair and Retrofit of Structure, Dept. of Civil Engi. The Univ. of Michigan, Ann Arbor, Michigan, May 1980.
- 4)Proceedings of Seminar on Repair and Retrofit of Structure, Workshop on Repair and Retrofit of Existing Structures, US-Japan Panel on Wind and Seismic Effect, UJNR Tsukuba, Ibaraki, Japan, May 1987.

(広沢雅也)

3.4 構造物の性能評価

(1)まえがき

1968年の十勝沖地震及び1973年のサンフェルナンド地震で近代的な設計をした構造物、特に鉄筋コンクリート造の構造物が著しい被害を受けたことにより日米両国に於て、耐震設計規・基準の見直し或は既存構造物の耐震性能評価法の研究を実施しようという気運が高まり、日本でも1972年には建設省総合技術開発プロジェクト「新耐震設計法の開発」がスタートした。また、1973年には「鉄筋コンクリート建築物の耐震性判定基準建設省建築研究所案」が発表され、1977年には「既存鉄筋コンクリート建築物の耐震診断基準」が、建設省監修のもとに完成した。このような背景の基に、1976年の第8回合同部会により構造物の性能評価に関する作業部会がスタートした。第10回合同部会において、本作業部会の活動範囲として、下記に示す項目が設定された。

- 1)既存構造物の性能評価
- 2)統計的危険度解析及び確率的被害予測
- 3)解析的研究による実大耐震実験計画への参画
- 4)非構造部材と構造部材の相互作用
- 5)構造物の地震あるいは風による被災後の構造性能評価
- 6)既存構造物に対して実施された解析、補強及び改修等に関する参考文献・データの収集
- 7)標準構造物を選定し、その解析、加力実験、地震観測等により、日米両国で適用或は開発された設計法、解析手法、評価手法等の相互比較或は／または妥当性の検証を可能にする手法の開発

以降、合同部会並びに作業部会を通じて積極的な情報交換が行われた。このような活動を通じて、現在用いられている評価手法に関する理解を深めるとともに、

それらの手法を既存建築物に適用し日米両国の評価手法の比較検討をするための共同作業の必要性が認識された。これに答えるために、本作業部会の主催のもとに、「構造物の耐震性能評価」に関する3回の日米ワークショップが1983、1984及び1985年に開催された。

(2) 構造物の耐震性能評価に関する日米ワークショップ

第1回ワークショップは筑波の建築研究所で、1983年5月14—15日に開催された。会議に先だって5月12日に、静岡県視察旅行が行われ、地震防災対策に関する討論並びに県の建物に用いられた補強対策に関する説明がおこなわれた。

会議には、日本から13人、米国から12人の参加者があった。会議の主要な目的は、日米両国で現在用いられている主要な評価手法について両国の参加者が共通の理解を深めるとともに評価手法を適用するにあつての以下に示す3つの重要な問題点を明らかにすることにあった。

- 1) 評価手法の適用対象となる構造種別・形式
- 2) 評価手法において想定されている安全性或は信頼性のレベルあるいは合否の判定基準
- 3) 評価作業を実施するに必要な作業量

第2回ワークショップは、サンフランシスコで開かれた第8回世界地震工学会議の直後に、バークレイのマリオット インで1984年7月27—28日に開かれた。日本から12人、米国から18人の参加者があった。会議の主要な目的は、1) 新しく開発された評価手法に関する討議、2) 選定された基準構造物に種々の手法を適用して評価をした結果の紹介及び評価結果相互の比較検討、及び3) その他の構造物の地震被害・解析結果の紹介

第3回ワークショップは、東京で1985年5月17日に開催された。日本から13人、米国から6人の参加者があった。会議の主要な目的は選定された基準構造物の耐震診断結果に関するより突っ込んだ議論をすることにあった。そのほか、鉄骨鉄筋コンクリート混合構造及び補強組積等に対する新しい評価手法等に関する議論が行われた。

(3) 3回のワークショップの活動成果の概要

1) 日米両国で建築構造物の動的応答を模擬するための多くの洗練された解析手法が開発されている。入力地震動、構造物に用いられている材料特性等が明らかで、比較的単純な形状の建築物の場合には、これらの解析手法を用いることにより、塑性域に至るまでの動的応答を比較的精度良く再現することができることが、日米共同実大耐震実験結果によりあきらかにされている。しかし、中低層の鉄筋コンクリート造建物の場合

には、平面及び立面形状が複雑な場合が多く、さらに設計時に考慮されない非構造部材が建物の地震応答に著しい影響を与えることが多い。従って、既存建物の建物全体としての地震挙動を、二次構造部材或は非構造部材の影響を考慮して精度良く予測することは、たとえ地震動が与えられた場合でさえ、これらの洗練された解析手法をもってしてもそれほど容易ではない。地盤—建物相互作用は既存建物の地震時挙動を精度良く予測するために解決すべき他の重要な問題の一つである。

2) 既存建物の耐震性能評価のためにこれらの洗練された解析手法を適用する場合、入力地震動及びその強さを決めなければならない。適切なスペクトル特性を持った人工地震波を発生させる方法、及びその強さを確率的な方法と建設敷地の地盤調査をもとに決める方法が、原子力施設等の特に重要度の高い構造物の耐震安全性評価のためにいくつか提案されている。

しかし、これらの方法は、既存鉄筋コンクリート造建物の耐震安全性評価を行うためにはまだ標準化されていない。

3) 数多くの建物の耐震性能を短期間に評価しクラス分けする手法は、日米双方で開発されてきた。米国の「スペクトル耐力法」、日本の「既存鉄筋コンクリート建築物の耐震診断基準」等はその代表例である。これらの評価手法を二つの標準建物に適用し比較検討する研究が行われた。二つの標準建物としては、ホリデイ イン及び日米共同鉄筋コンクリート造7階建て実大試験体を用いられた。これらの研究結果のうち興味ある結論を以下に示す。

(a) 日本の鉄筋コンクリート造に対する耐震診断基準の二次診断により得られる耐震性能指標 I_s と要求耐震性能指標 E_d の比を D_j 指標と定義し、米国のスペクトル耐力法から得られる、利用可能な非弾性能を D_u 指標と定義する。

(b) これら2つの指標により、想定される地震に対するおよその被害程度を予測することができる。例えば、対象となる建物は、 D_j 及び D_u の値により以下に示すような四つのクラスに分類される。

クラス D_j (または D_u) の範囲 被害程度

1	1.0以上 (50以下)	無被害— 軽微な被害
2	2/3-1.0 (50-90)	軽微な被害 —中破
3	1/3-2/3 (90-120)	中破—大破
4	1/3以下	大破—倒壊

(c) D_u 値は地震波のスペクトル特性及び想定される終局変形能力にたいしてきわめて敏感である。

(d) これらの検討結果から得られた実大試験体の被害程度は実験結果より得られた被害程度と良く対応した。

(4) 今後の展望

今後、種々の外乱に対する構造物の安全余裕度をさらに高い精度で把握することを可能ならしめるためには、以下に示すような構造性能評価に関する作業を日米共同で実施することが期待される。

1) 日米双方で実験・解析・診断等が実施された“標準構造物”の明細目録を整備すると共に、これらに地震計測機器を設置し、将来各種の外乱が発生した場合に、構造性能評価手法の妥当性を検証することができるとような準備を強化する事が期待される。

2) 耐震安全性の予測精度を上げるために、将来、これらの手法を実地震により損傷を受けた建物あるいは実大実験結果に適用することにより、これらの評価手法のキャリブレーションの作業を実施することが期待される。

3) 将来キャリブレーション作業を実施する場合、典型的な鉄筋コンクリート構造物、例えば、剛節骨組架構、連層耐震壁架構或はより複雑な架構に関して、実際の地震応答性状、減衰性状及び地盤-建物相互作用等を明らかにするために、詳細な地震観測を実施すべきである。

4) 耐震性能評価に適用する入力地震動の標準化（適切なスペクトル特性を持った人工地震波を発生させる方法、及びその強さを確率的な手法と建設敷地の地盤調査をもとに決める方法）に関する研究の促進。

〔参考文献〕

1. White, R. N. and Gergely, P., "Performance of Existing Buildings: Results of Benchmark Structure Analyses Performed in U.S.-Japan Workshop", Proceedings of the Third Conference Organized by the Engineering Mechanics Division of ASCE, March 31-April 2, 1986
2. White, R. N. and Gergely, P. (Editors), "Proceedings of the Workshops on Seismic performance of Existing Buildings (3 volumes-May 1983, July 1984 and May 1985)", Department of Structural Engineering, Cornell University

(岡本 伸)

3.5 自然災害の予測とその軽減のための国土利用計画

1. 作業部会の経緯

本作業部会の初期の目的及び検討事項は、昭和51年5月の第8回合同部会における作業部会報告により知る事ができる。これによれば、当初、本作業部会は「自然災害を軽減するための国土利用計画に関する作業部会」と称し、地震及び風の影響を抑制するために、

- 1) 国土利用計画の研究の日米間の協力の実績の拡大、
- 2) 国土利用区分に関する資料と技術の交換、
- 3) 関係する技術職員の相互交換を推進する、ことを目的とし、具体的には以下の事項を実施することとしていた。

(a) 災害とその危険度の解析手法の改良

(b) 災害とその危険度の解析手法へのゾーニング手法の適用

(c) 耐震設計に対する被害想定地図と規定

(d) 国土利用計画の社会的・経済的意義

また、当初の計画では、地震に関しては1976~1980年の5カ年間で共同研究を実施し、風に関しては、上記の適当な時期に開始点を討議することとされていた。

その後、回を重ねるにつれて、順次、本作業部会の活動の枠が広がり、活動内容に合わせるために、昭和61年5月の第18回合同部会において作業部会の名称が「自然災害とその予測のための国土利用計画作業部会」と改められている。現在の作業部会活動の主要なテーマは以下の通りである。

(a) 地震危険度の評価法及び地震危険地図の作成方法

(b) 構造物の地震危険度、地盤液状化の可能性、及び津波危険度の評価法

(c) 各種の地形・地盤条件下における地盤の地震応答特性

(d) 人口集中都市における地震災害軽減計画手法

(e) 地震災害の社会・経済的損失の評価法

2. 主要活動成果

本作業部会では、上述した作業部会活動に係わる技術情報や資料の交換、専門家の交流、協力研究の実施等、各種の活動を行ってきた。主要な活動成果は以下の通りである。

a) 専門家の交流

本作業部会に関連して、米国地質調査所のR. K. Mc Guire博士が1977年1月18日から21日まで国土利用計画について討議するために来日した。

建設省土木研究所の田崎忠行主任研究員が自然災害を抑制するために国土利用計画の社会的、経済的意義について米側と共同して昭和54年1月から1カ年間カリフォルニア大学ロサンゼルス分校で研究を行った¹⁾。

予想される東海地震に対する日本側の防災計画を調査するため、昭和58年に実施された米国地震工学研究協会の専門家派遣に協力を与えた。本調査結果は、米国地震工学研究協会の代表者により第16回の合同部会に報告された。

昭和59年8月に米国地震工学協会が主催した都市の地震災害軽減に関する日米ワークショップ(米国サンフランシスコ市)に、本作業部会に関連してJohn B. Scalzi博士、川島一彦博士の他に、静岡県から杉山俊朗氏、今戸克典氏が参加した。本ワークショップでは主要テーマに東海地震対策が取り上げられ、ワークショップに対する上記メンバーの参加にUJNRが支援を与えたものである。

b) 技術情報及び資料の交換

本作業部会では、作業部会活動に関連する研究報告を毎回平均して2～4編程度合同部会に報告するとともに、作業部会内においても参加機関の研究の現状及び今後の展望、研究報告の刊行状況等の情報交換を行ない、日米間の技術情報及び資料の交換に貢献してきた。

さらに、以下の情報交換が行われている。

i) 予想される東海地震に対する防災計画に関する報告書²⁾が本作業部会の日米メンバーに配布された。

ii) 都市の地震災害軽減に関するワークショップ最終報告書³⁾が本作業部会の日米メンバーに送付された。

iii) 第19回合同部会における本作業部会決議に基づき、米国側部会長は本作業部会に関連した23編の資料を日本側作業部会長に送付した。

また、日本側作業部会長も同様に本作業部会に関連した12編の資料を米側作業部会長に送付した。

3. 今後の展望

自然災害の予測とその軽減のための国土利用計画に関する作業部会は、今後とも関連する技術情報や資料の交換、協力研究の実施、専門家の交流を中心として活動を進めていく予定である。

また、本作業部会は、第21回合同部会開催時にワークショップを開催することを目指し、その骨子を第20回合同部会時に定めることとしている。

参考文献

- 1) 田崎忠行：アメリカにおける地震防災に関する研究の現状、土木技術資料、Vol.22-9、1980
- 2) Earthquake Engineering Research Institute：The Anticipated Tokai Earthquake, 1984
- 3) Earthquake Engineering Research Center：Proc.

3.6 ライフライン施設の災害防止法

(1) 経緯

1971年、ロスアンジェルス近郊に生じたサンフェルナンド地震による道路をはじめとする各種の公共公益施設の甚大な被害から生れた言葉がライフラインであると言われている。

第7回合同部会(1975)において“ライフライン施設の災害防止法”がお互いに関心のあるテーマとして初めて採択されたが、それまでにも関連する情報の交換は行なわれてきていた。構造物の耐震設計基準、被害調査の方法、耐久性などについての文献の交換や論文の発表が合同部会を通じ行なわれた。例えば“沈埋トンネルの耐震性について”(第4回)、“地中構造物の耐震技術基準”(第5回)が日本側より発表された。

(2) 目的と活動計画

交通施設、通信連絡網その他基本的な施設は、破壊的な地震もしくは強風により社会生活に影響を及ぼす場合の緊急措置を施す上で、日米両国ともに人口密集地域をもつので、人命財産の被害を最小化するために重要である。第8回合同部会(1976)において、当作業部会の検討すべき項目等について次のように決定された。

(a) 生活関連施設の設計の向上と被害の防止を重要な継続審議事項とする

(b) 生活関連施設の定義は、災害発生後72時間以内に緊急手段を講じる上で重要な施設とする。すなわち、橋梁、盛土、トンネル、斜面、歩道橋、パイプライン、水道管路、電話、動力輸送ライン、水路と防潮ゲート、防火用内水、必要最小限度の停泊施設と貨物積み卸し施設とする。

なお、下記の内容は本作業部会の範ちゅうから除外する。建物、中継施設、発電施設水道関連建物施設

第9回の合同部会においては、今後の活動の計画として、

(a) 設計基準及び指針の交換活動は政府によるものばかりでなく、ASCE、JSCE、APIなどのような権威のある非政府機関にも拡大すること

(b) 日米両国のどちらかがライフラインシステムに関して新しい設計基準及び指針を作成したり現行のものを改訂した場合には、これらの基準や指針をすみやかに交換すること

(c)その他、研究プログラムや行政上の体制に関する情報の交換

などが合意された。

第10回の合同部会（1978）においては、生活基幹施設を担当する両国の夫々の政府機関を包含するような作業部会の活動の拡大を検討することとなった。また一方で、構造物の種別ではなく機能面に着目して設けられた他の作業部会との業務調整の必要性が議論され、当作業部会の活動を生活基幹施設に独特な問題に限定することになった。

(3)共同研究の推進

1978年には宮城県沖地震によりライフラインが大きな被害を受け、ライフラインの安全度に関する研究需要はさらに増大した。こうしたことから、あらゆる協力水準におけるライフラインとその構成要素の安全に関する日米共同研究の調整を開始することが、第11回の合同部会（1979）で取り決められた。

日米両国間での技術専門家の公式の人事交流により共同研究が始められた。UJNR合同部会においても埋設管の耐震性に関する研究論文が多く発表されるようになった。

第13回合同部会（1981）において、ライフラインに関する長期共同研究計画立案のための計画委員会の設立について議論された。また、日米共同研究の第一優先順位は橋の問題であると認識し、共同研究をより一層推進するために、交通施設構造物に関する新しい作業部会を設ける必要があるとして、1981年に新しい作業部会が設置された。

(4)研究活動の拡大

1981年から日本側では、震災を受けたライフライン施設の被災度判定手法とその復旧技術を開発する調査研究を開始した。米国側では、地盤の大変形に起因するガス及び石油パイプライン被害の調査や、その他各種の埋設管等の地震時挙動の研究が主にNSFの資金援助により行なわれていることが第14回合同部会（1982）において報告された。

第15回合同部会（1983）では、日本側が研究を進めているライフライン施設の被災度判定手法の開発のため、米国側関係者の多大な協力を受けてサンフェルナンド地震関係の資料を収集することができたことが報告された。米側では連邦政府内にライフライン委員会が設立され、ライフラインに対する連邦政府の責任範囲を決定するための調査が行なわれていること、官民一体となったライフラインに関するワークショップが1983年に計画されていることなどが報告された。

UJNR合同部会を通じての日米協力を具体的に推進

するための日米共同研究の一環として、日本では土木研究所においてパイプラインを含むライフライン施設の耐震性についての研究十ヶ年計画が1983年より開始された。このうち、1983年から1987年までの5ヶ年間は、日米両国に被害の多い鉄筋コンクリート柱状構造物の耐震性に関する研究が米国国立標準局と密接な連携の下に実施された。また、1987年以後は、鉄筋コンクリート地中埋設管路の耐震性に関する研究が、米国コロンビア大学、プリンストン大学、オールドドミニオン大学等と連携を図りつつ実施されつつある。

ライフライン施設地震工学に関するワークショップが1984年5月にフェアバンクス道路研究センターで開催され、両国から20名以上の専門家が参加し、有益な討論が行なわれた。また、この第1回のワークショップが非常に有益であったので、第2回として「埋設管及び通信施設の地震時挙動に関する日米ワークショップ」が、日米両国から40名を越す専門家の参加を得て、1984年12月に筑波の土木研究所で開催された。このワークショップでは、日米間の将来の協力研究として最も適切と考えられる研究分野を明らかにした。

第18回合同部会（1986）においては、日本側の5ヶ年にわたる開発研究成果のひとつとして、土木構造物の震災復旧技術マニュアル（案）の概要が報告された。日本側はこのマニュアルの英訳及び米国におけるこの分野の専門家に対して配布することをNSFに正式に許可することとなった。

ライフライン地震工学に関する日米双方の多くの研究プロジェクトの報告書やワークショップの議事録はUJNRのチャンネルを通じて継続的に交換されている。また、各専門分野における日米共同研究推進のため、専門家の人的交流も一層盛んになってきている。

(5)将来展望

当作業部会では、下記の項目に関する技術情報の交換及び研究協力を継続して行なうこととしている。

(a)ライフライン施設の地震被害及び地震観測結果に関する報告書

(b)ライフライン施設の耐震設計法

(c)ライフライン施設の地震被害と地震時挙動の調査、被災判定手法とそのための観測手法

(d)ライフライン施設の復旧・補強方法

(e)ライフライン施設の信頼性の評価法

(f)ライフライン施設の重要性に関する一般教育と管理

(g)ライフライン施設の大規模実験の必要性の検討

当面、ライフラインの重要な構造物のひとつである地中管路の地震時挙動の現場観測及び解析、管路継手

の動的挙動に関する実験及び解析、地中管路に対する地盤液状化の影響、地盤と地中管路の相互作用、地中管路の地震時脆弱性及び耐震設計について、日米協力研究を継続することが奨励されている。

ライフライン施設の地震工学に関する研究開発を担当している多くの関係者、とくに民間会社、公益事業者の参加を得る努力を継続し、全ての関係者の間のよりよい連絡強化を図ることが必要である。このため、第14回合同部会で決定されたライフライン施設に関する計画委員会の設立に関しては諸般の事情により延期されているが、同委員会は重要であるので設立する必要があると考えられる。

合同部会で発表される論文等は日米双方の研究開発成果の一部にしか過ぎない。このため、ワークショップを開催して専門化による討論を行うことは非常に有意義である。将来はさらに関係諸機関と共同してのワークショップの開催を本部会の下に計画することを検討する。

(上田 治)

3.7 風の特性と構造物の応答

(1)経緯

耐風分野は本専門部会の発足当初からの主要なテーマであり、第1回の合同部会から基本的な風の特性、風洞実験法、現地観測、強風による被害の調査、構造物の対風応答と設計基準などに研究発表が行なわれ、情報の交換を行って来た。

第8回(1976年)の合同部会において耐風分野の作業部会G「強風記録」が設置された。当作業部会の検討すべき項目については次のように決定された。

- (a)強風に関するデータを機器特性、処理方法を含めて相互に交換する。
- (b)実大の建築物および構造物における自動風観測のための計測システムに関する情報を交換する。
- (c)強風が構造物に及ぼす影響に関する研究を推進する。
- (d)低層の建築物ならびに構造物に作用する風圧、および接地境界層における鉛直方向風速分布に関するデータを交換する。
- (e)境界層風洞実験における標準実験手法を確立する。

その後、1980年の第12回合同部会において本作業部会の活動を拡張するため、作業部会名を「風の特性と構造物の応答」に変更するとともに、米国側の委員が追加された。現在の本作業部会の活動目標は次のとおりである。

- 1) 各々の国の気象機関及び特別観測点からの強風データ(航空機や衛星のようなりモートセンシング

資料も含む)について、その記述形式及び記録時期を交換する。

- 2) 前項記載の風の実測結果を適切な様式にまとめることを推奨する。
- 3) 利用可能な特殊な強風データ及び風圧データを交換する。この情報には、地表付近とそれ以外の層の気象データを含む。測器の特性、取付け方法及び地上からの高さの記述も含まれる。
- 4) 風洞の中の境界層のシミュレーションを行うための標準的実験方法の確立、境界層の風観測資料交換の推進、及び構造物の応答の測定法と算定方法に関する情報交換を促進する。可能な場合、気象及び構造専門家の交流、ならびに支障のない範囲において、研究施設の相互利用を促進する。
- 5) 最大風速分布の確定、構造物の風荷重の設定、都市内の風環境の理解、及び風エネルギーの利用と構造設計要因の考慮などの将来の利用に必要な風のデータに関する基準改善のため気象専門家と構造専門家の相互討議を促進する。

(2)活動

1)文献情報の交換

第1回から第19回までの合同部会提出された強風関係の論文総数は約120編である。

論文内容は強風の構造・工学的性質、建築物・橋梁の対風応答、強風による被害調査などに大別される。

まず強風の特性に関しては耐風工学の基本となるものとして基本風速の推定が挙げられる。この観点から強風の再現期待値を求める研究や強風の局地的特性を地形因子を用いて表現しようとする研究がなされ、構造設計の便利さから風速マップとしてとりまとめられている。強風の多くは台風、ハリケーン、竜巻によるものであり、その風の特性ともたらした被害が報告されている。特に米国からは個々のハリケーンの風の特性に関する詳細な報告が多い。わが国では1975年10月に八丈島を、1977年9月に沖永良部島を顕著な台風が襲来したが、被害調査が行なわれ報告されている。

風の空間的構造、鉛直方向の風速分布などを研究するために風の現地観測が行なわれその成果が報告されている。気象研究所では213mの気象観測塔や鹿島灘の海上風の観測施設を、また国立防災科学技術センターでは平塚にやはり海上風の観測施設を整備し、観測された風の分析を行っている。最近の傾向として、耐風設計に密接に関係した風の空間的・時間的変動特性の研究が多くなって来ている。

建築物に関しては、第1回の合同部会において、日米両国における建築物の耐風設計基準の現状に関する報告が行われたのを初めとして、当初は日米両国の耐風研究の情報交換が行われた。その後の合同部会に提出された論文は、毎回極めて多様なテーマを取り上げている。例えば、実大建築物壁面に作用する風圧の観測とその性状、建築物の外装材に作用する風力、建築物に作用する風力に関する風洞実験の相似則、高層建築物の地表付近の風の性状、建築物の部分に作用する局部風圧の性状、高層建築物の風応答の推定方法、強風災害の実状、支線付超高層鉄塔の風応答、太陽熱温水器に作用する風力、たつ巻やトルネードに伴う強風の構造とそれによる災害の予測手法、窓ガラスの耐風設計法、住宅の外装材の耐風設計法などである。

橋梁に関しては、昭和30年代後半から日本では本州四国連絡橋プロジェクトに関連した調査が開始され、橋梁の耐風設計に関する研究に本格的な取り組みが始まった。また米国では多くの斜張橋建設や既存の吊橋の維持管理などの面で耐風性に関する研究が重要となっている。このような背景の下で、合同部会では吊橋、斜張橋などの風による応答に対する風洞実験、理論的研究、現地観測などが報告されている。特に最近は、自然風を相似した乱流中の風洞実験が多く行われるようになって来ており、乱流の発生方法、風洞実験と理論計算、現地観測との対比も行われている。

2) 強風記録の交換

強風記録も強震記録と同様に、耐風工学の基本データである。本専門部会の活動の当初より、日米両国間のデータ交換が提唱され、現在までに日本の気象研究所における観測塔の風観測データが、また米国からはハリケーンの風の特性に関するデータが本作業部会を通じて、相手国の関連機関に送付されている。

3) 研究者の交流

1982年9月より12月まで、NBSのR.D.Marshall博士が土木研究所に滞在し、土木研究所の境界層風洞を用いて橋梁の対風応答特性に関する共同研究を行った。その成果は翌年の合同部会に発表されている。また日本側メンバーの協力のもとに日本における風洞実験施設を調査し、日本における風工学研究の現況として報告した¹⁾。

(3) 将来展望

建築物および構造物に関する耐風分野の課題は多く、重要である。作業部会Gの活動は、現在まで、文献・情

報の交換が中心となっている。このような様々なテーマに関する情報は日米双方に有益であり、今後も継続する意義があろう。

また、作業部会Gに関連する分野の研究ニーズについて、下記の様な課題が重要であることが認識されている。

- a. 両国における構造物の耐風設計法の比較
- b. 風洞実験法開発のための共通模型を用いた日米比較風洞実験
- c. 両国における橋梁の耐風設計基準および耐風設計慣行の比較
- d. 大きな室内空間を持つ建築物等における室内圧の影響の研究
- e. 高層建築物における風応答制御技術の開発
- f. 材料劣化の耐風応答に及ぼす影響の評価
- g. 沿岸地域における強風データの蓄積

そこで、作業部会Gでは今後の活動として以下の様な計画を推進する。

- 1) 強風のデータの観測報告を交換する。
- 2) 最大風速分布の確定、建築物等の構造物の風荷重の設定、都市内の風環境の理解、及び風エネルギーを含む各種設計要因の検討など、将来の利用に必要な風のデータの形式を統一するため、気象専門家と構造専門家の相互討議を促進する。
- 3) 風洞の中の境界層のシミュレーションを行うための最低基準の確立、大気境界層の風洞実験資料の交換、並びに対応する実大での条件との比較に関する情報交換を促進する。
- 4) 境界層風洞における構造物の模型化のための基準、技術及び計測に関する情報を交換する。さらに、実在構造物の実測及びこれら構造物の風洞実験結果との比較に関する情報交換を推進する。
- 5) 気象及び構造専門家の交流並びに二国間において利用可能な研究施設の共同利用を推進する。
- 6) 研究ニーズに関する研究計画の立案を推進する。
- 7) 日米両作業部会長によるワークショップ開催計画の立案。

参考文献

1. R.D. Marshall; Wind Tunnel Applied to Wind Engineering in Japan, J. Structural Engineering Vol.110, No.6, June, 1984
(蔵重清、室田達郎)

3.8 地震時における地盤の挙動と安定

1. 20年間の成果

(1) 経緯

この作業部会は、昭和51年5月（1976年）に開催された第8回合同部会においてその設立が承認されたもので、地震による地盤の液状化、斜面崩壊、地盤沈下などの問題を扱うこととなっている。

これらの問題は、壊滅的な地震被害の主要な原因となるものであるにも拘らず、地震工学の分野の中でも比較的歴史の浅い分野である。作業部会設立以前からも日米両国の関心は強く、第1回合同部会以降、両国における土構造物の耐震設計基準の比較をはじめとして活発な情報交換が行われてきている。

以下にこの作業部会が設立されて以降の活動を中心に、20年間の成果を概述する。

(2) 交換文献

第1回以降第19回合同部会までに提出されたこの分野の論文は100編を超えている。

土の動的な性質に関する工学的興味は、①土の非線形性を有する応力～ひずみ関係、すなわち動的変形特性、②液状化に代表される土の動的強度の問題、ならびに③地震によって引き起こされる永久変形に大別されよう。

合同部会が歩みはじめた20年前には、設計用の動的変形特性は提案されておらず、①の主題は地盤や盛土の地震時応答の解析の合理化の観点から何編かのレポートが提出されている。②の主題に関しては特に作業部会設置後、活発な共同研究開発がなされ液状化判定のための設計用曲線の合理化などに貢献してきた。

解析手法の進歩や土の動的性質の解明の進歩に伴って、最近では、③の問題がとりあげられはじめている。

交換文献から20年間のこの分野の成果を理解するために、第1回以降の20年間に合同部会で発表・討議されてきた論文の主題を整理してみると以下のような構成になっている。

- ①地盤基礎、土構造物の耐震設計基準の紹介
- ②動的土質試験機の紹介
- ③液状化試験法、液状化判定法の紹介
- ④地盤や土構造物（基礎を含む）の耐震計算法、地震時挙動、被害事例の紹介
- ⑤地盤液状化対策の紹介

これらのうち大部分は日米両国において、それぞれ独自の立場で培ってきた経験や研究の成果である。交換された情報は両国の相互理解を深めるために、きわめて有益なものと評価される。なお、交換された資料や文献は合同部会に提出された論文だけにとどまらず、合同部会の構成機関が関与したこの分野の他の資料や文献も交換されている。

(3) 研究者の交流

この20年間には1971年サンフェルナンド地震、昭和53年伊豆大島近海地震、同年宮城県沖地震、昭和58年日本海中部地震、昭和59年長野県西部地震などの被害地震が日米両国で発生した。これらの地震に際してはUJNR活動の一環として両国の技術者、科学者の調査協力が行われている。この結果、それぞれに貴重な教訓が得られている。

また、両国の研究者が1カ月ないし1年間、相手国に滞在し、共同研究を実施している。これを通じて両国技術者の相互理解が一層、推進された。

さらに特筆すべきことは、液状化判定や対策に関連して日米の共同研究の実施やワークショップの開催が成された点であろう。

昭和60年8月に米国サンフランシスコで開催された液状化判定のための原位置試験のワークショップには米国から14名の研究者・技術者が、参加している。また、第20回合同部会の直前、昭和63年5月には米国ワイオミング州ジャクソンで液状化対策に関するワークショップが開催されている。

(4) 原位置液状化試験に関する日米共同研究

新潟地震（1964）ならびにアラスカ地震（1964）以降、注目されるところとなった地盤の液状化現象は、構造物の壊滅的被害や大規模な斜面崩壊をもたらす主因となることがあり、その対策を樹立することが急がれる問題のひとつである。

液状化に基因する被害を軽減する上で合理的な液状化判定法を確立することや、実務への適用上の合理性の確認の重要性は言うまでもないところである。

液状化判定法の合理性の検証のためには、液状化事例の研究が重要な役割を演じることとなるので、地盤の調査方法は世界のどこで実施されたものであっても、統一的な結果を与えるものでなければならない。ところが、日米両国において、液状化判定に共通して用いられることの多い標準貫入試験の実施方法が日米両国で異なることが指摘され、試験結果のN値の意味するところが、日米両国で共通しているかどうかという問題が提起された。

1978年5月に開催された第10回合同部会において日米両国で実施している標準貫入試験の統一化を図るため、ボーリングデータ・試験機械ならびに試験要員の交換を企画することが合意された。その後、日米両国の作業部会員同志の間で技術論文の交換を通じて比較研究が継続されてきた。

1983年には、この共同研究のための研究者派遣費用が米側の国立標準局ならびに開拓局で予算化され、W. D. Kovacs博士（NBS）、J. A. Farrar氏（BR）

他一名の研究者が日本を訪問し、土木研究所の技術者とともに既往の地震で液状化を生じたことが明らかな地点で、標準貫入試験を実施した。貫入試験に際しては日米両国でそれぞれ用いられている一般的な方法による結果が比較されている。

この研究の目的とするところは、地盤液状化判定法と地盤特性の原位置調査結果と組み合わせた質の高いデータベースを整備することであり、このため、エネルギー測定を伴う標準貫入試験を実施するとともに、従来用いられてきた液状化判定用設計曲線のためのデータベースを再評価しようとするものである。

この現場試験に基づくデータの解析から次の結論が明らかにされている。

①打撃回数とエネルギー比の間にはSchmertmanやRobertsonらが指摘したように、相関はみられない。

②日本方式による打撃エネルギー比は米国方式に比べて、ばらつきが少なくかつ、やや高いエネルギー比となる。

③JISサンプラーとASTMサンプラーを用いた場合の打撃回数は同一の打撃エネルギーに対してJISサンプラーの場合の方が大きくなる。

④上に述べたことから結局、日米両国の方式で実施して得られる打撃回数は結果的には、ほぼ同程度の値となる。

この共同研究で得られた上記の結果は、両国の液状化事例の解析や現象の理解を深める助けとなっている。

また、共同研究で蓄積されたデータのうちコーン試験に関するものについては検討が継続されている。

2. 将来展望

この作業部会の設立に当って所掌すべき分野として挙げられたもののうち、液状化判定に関しては多大の成果を挙げてきたと考えられるが、斜面崩壊、地盤沈下に関しては十分な技術交流が図られたとは云い難い。

今後は地震時の斜面崩壊、盛土の安定ならびに地盤沈下などの問題に関しても積極的な交流を図る必要があるだろう。

地震時の地盤の挙動と安定に関連して解明の急がれる問題は、

①構造物（埋設構造物を含む）の基盤としての地盤の地震時安定の問題、②フィルダムなどの盛土ならびに自然斜面の地震時安定や永久変形の問題、③橋梁や建築物などの基礎構造と地盤との動的相互作用などが、指摘される。

当面指摘されている両国の共通して認識している具体的な問題は以下のようなものである。

- ①礫、細粒土を含む地盤の液状化可能性とその評価のための原位置試験法の統一的方法の開発
- ②地盤液状化対策のための設計法の開発
- ③土構造物および自然斜面の地震時安定性と永久変位の推定法と対策の開発
- ④地震により生じる地盤と基礎の沈下の推定法と対策の開発
- ⑤半地下コンクリート構造物、擁壁に対する地震の影響の解明と対策の開発
- ⑥耐震安定性を高めるための既設の土構造物及び基礎の補強工法の開発
- ⑦フィルダムの地震時応答の実測データの集積
- ⑧遠心力載荷試験技術、振動実験技術の向上

(佐々木康)

3.9 高潮及び津波

1. まえがき

高潮及び津波は風と地震によって引き起こされる自然現象であり、過去に数多くの人的・物的被害を生じさせてきた。津波に関しては、当初より研究発表が行われていたが、この分野の強化のために1978年の第10回合同部会において高潮および津波が本部会の課題に採択された。1979年9月の第11回合同部会において津波及び高潮作業部会（I部会）が公式に発足し、翌年の第12回合同部会において第1回の作業部会が行われた。本専門部会における高潮及び津波の調査研究では、主に高潮及び津波の予測及び対策、さらに警報に関するテーマを中心とした情報の交換、討議が行われてきた。また、1983年には大学関係者も含めた日米津波ワークショップが開催され、基礎研究、数値計算法及び津波対策に関する活発な討議が行われた。

2. 作業部会の経緯

本作業部会は1979年9月に発足し、1980年5月に第1回の作業部会が行われた。第1回の作業部会においては、次の将来計画が採択された。

「高潮と津波は、日本及び米国、ならびにそのような地球物理学的現象の生ずる地域において、著しい人命財産の損失を引き起こしてきた。高潮及び津波は、明らかに風と地震の影響によるものであり、本部会に適切な課題である。

作業部会は、高潮津波に関連して、刊行物、被害、防災対策等に関する情報の交換を行う。

作業部会は、以下の活動計画も検討する。

- ①予測、計画、防災のために用いる高潮モデルに関する情報の交換。この情報は、モデルのタイプ及びプログラム、検証資料、諸定数についての実際

の値に関するものを含むものとする。高潮モデルについて作業をしている科学者相互間の連絡も情報交換の一部と考える。

- ②高潮モデルと共に用いることを目的とした気象モデルの開発を促進する。高潮の発生は、主として大気圧の影響によるものであるから、高潮モデルは大気圧モデルと関連したものでなければならない。」

この活動方針が現在までの活動の指針となってきたと考えられる。しかし、1981年の作業部会においては、日米の研究目的の違いが次のように指摘されている。

「米国国立台風センターマイアミの刊行物が日本側作業部会員に回覧され、両国の研究活動の主要な目的が異なっていることが認識された。米国では実時間の高潮予報に重点がおかれ、日本では高潮及び津波防御のための海岸構造物の計画と施工に重点がおかれている」。1982年には協力関係をより強めるために、次の目的のもとで日米津波ワークショップの開催が勧告された。

- ①両国における最新の研究を明らかにする。
- ②観測と理論の検証を含み、現在の知識と技術で解決可能な問題を討議する。
- ③津波に関する研究と技術の交流についての両国の協力活動を高めるための方策を見出す。
- ④日本及び他の地域との津波データの交換を見出す。

1983年5月12、13日、筑波の土木研究所において米側13人、日本側19人が参加して日米津波ワークショップが開催された。このワークショップは第15回合同部会に合わせて開催され、以下に示す多岐にわたる議題について全体で25の発表及び討論がなされた。

- ①海岸及び陸上における津波の挙動
- ②津波の非線型性についての問題
- ③数値計算における格子網についての考察
- ④差分法と有限要素法の比較
- ⑤日本及び米国における津波対策

また、津波ワークショップに続いて釜石港と東北大学の津波関係の研究施設の視察が行われた。研究者と行政にたずさわる人達との討論によって、ワークショップの参加者は津波の本質的な問題に関する貴重な理解を得ることができた。また、このワークショップの成果のひとつとして、米国国立科学財団が東北大学とテキサスA & M大学の間の研究者交換プログラム資金を提出し、東北大学の後藤博士が1984年7月にテキサスA & M大学での6週間の研究を終了した。このころより、資料情報交換が盛んになり、その例として日本

側の大学関係者より数多くの津波の影響を示す写真が米側に送られた。

1983年の合同部会が終了した数日後の1983年5月26日に日本海中部地震が発生した。この地震で発生した日本海中部地震津波は日本海東北沿岸を襲い、100名余りの人命を奪うと共に多大な物的被害をもたらした。この後日本側の部会委員は、この津波の実態及び被害に関する調査研究を重点的に行った。1984年の作業部会においては、その調査研究成果が米側に提供された。また、米側からは高潮予測に関する資料が送られることとなった。

1985年の作業部会においては、引き続き日本海中部地震津波に関する研究発表及び津波高潮の資料交換に関する討議が行われた。このあと、米側(NOAA)の所有する津波記録と日本側(MRI)の記録との照合が行われ、必要とされる補正が検討された。また、米側(NOAA)の所有する海底地形データベースが日本側(MRI)に提供され、このデータをもとに作成された津波伝播図が1987年の合同部会において発表された。

高潮津波の研究の基礎分野においては、ダイナミックスや計算手法の研究が進歩しているが、実用面における予測警報システムや対策などに関してはこれからの課題が多い。特に、実用的な予測システムを開発していく上で情報の収集整理は重要な課題であり、本作業部会は精力的に日米の情報交換を進めてきた。

3. 研究発表

合同部会における研究発表は、過去10年の間に33編行われた。その内訳を研究テーマ別に示すと表-1のようになる。テーマが重複するものは該当テーマ全てにカウントした。高潮津波の事例調査に関する発表が最も多く、次に予測法に関する研究発表の順になっている。また、日米の違いを調べると、日本側には事例調査、対策及び被災の報告が多いのに対し、米側は予測法の研究や警報システム、データベースに関する報告が多い。これは、当初に指摘された、日米の研究目的の違いを反映していると考えられる。

4. 今後の展望

高潮及び津波作業部会は、今後とも日米間のデータ交換に基づく高潮津波データベースの整理と精度の向上、研究者の交流を中心として活動を進めていく予定である。これらの活動は次の2つの課題に寄与することが目的となる。

①高潮津波の予測警報システムの確立

この課題は、高潮津波の予知・伝播の予測を行うための方法、技術的な問題を解決することに始まり、効率的な予知予測システムと、警報システムを確立する

ことを目的とすることになる。

②対策工の計画

高潮津波を防ぐためにより効果的かつ効率的な対策工とは何かという問題について、予測警報システムをふまえ検討する。

(宇多高明)

表一 1 発表論文テーマ

テーマ	論文数
研究の動向	5
高潮津波の事例調査	8
データベース	3
警報システム	4
予測手法	7
対策工	3
被災事例調査	3
基礎研究	5

3.10 交通システムの耐風耐震技術

(1)経緯

本テーマに関しては、1981年5月19日～22日筑波研究学園都市の土研で開催された第13回合同部会において「交通システムの耐風耐震技術」に関する作業部会を新設することが同意され、この分野における両国の研究協力がさらに推進されることになった。作業部会の当面の活動は、交通施設に関する耐風耐震技術の範囲の大きさを考え、地震工学問題の研究に限定し、将来においては研究範囲を拡大し、交通施設に対する風と地震の影響に関する研究を含めることとして発足した。

作業部会の主要目的は、日米両国が共通して関心のある研究課題につき協力研究を実施すること、および定期的に情報交換を行うこととされた。

1982年以降、現在まで毎年作業部会を開催して情報交換を行うとともに、橋梁ワークショップ、日米共同研究、作業部会の将来計画について、逐次協議を行ってきた。

交通システムの耐風耐震技術に関しては、主として道路橋の耐風耐震設計を中心的な研究テーマとしてとりあげ、この20年間の活動を行ってきた。

(2)研究情報の交換

本テーマに関してこの20年間に合同部会において発表された論文数は57編、その取りまとめ、発表等に関係した人は延べ約200人となっている。それらを概観してみると、まず技術基準に関するものについては第1回(1969年)の合同部会において「日本における道路橋の耐風・耐震設計基準」が報告され、日本の道路橋

の現状・道路橋の設計基準、その中における耐風・耐震設計基準の位置づけとその内容が紹介された。

我が国有数の大規模プロジェクトの一つである本州四国連絡橋に関する耐風・耐震設計基準に関しては、当時まだ5ルートの比較検討段階にあったが、第1回(1969年)において土木学会が作成した「本州四国連絡橋耐風・耐震設計指針(1967)」が報告された。その後、これらの指針は研究成果、事業の進展とともに改訂された。専門部会には、改訂の基本的な考え方が紹介され、最終的にとりまとめられた道路橋示方書V耐震設計編、本州四国連絡橋耐風設計基準、耐震設計基準の概要が報告された。

長大吊橋の耐風設計に関する研究報告としては、まず、我が国において若戸大橋につぐ本格的な長大吊橋として1968年から着工された関門橋について、その耐風性と強風時の挙動観測システムについて報告された。また、長大吊橋のガスト応答、トラス補剛吊橋、箱桁吊橋の耐風設計に関する研究が報告された。

我が国の斜張橋は、1959年に架設された勝瀬橋(180m)にはじまると言われているが、斜張橋に関しては、200mを超す本格的な斜張橋、尾道大橋(1968年)、豊里大橋(1970年)が建設されたのを受けて、第5回(1973年)に「斜張橋とその耐風設計」と題して、我が国における斜張橋の架設計画の状況、耐風設計上の問題点、風琴振動とその抑制対策例、耐風実験橋の計画について紹介された。その後、末広大橋(1975年)の耐風設計も報告された。

この他、それまであまり問題とならなかった長支間の箱桁橋に関する耐風安定性について、門崎高架橋の耐風設計や乱流中の特性に関した研究成果が報告された。

一方、下部構造については、第3回(1971年)において関門橋の基礎の動的振動特性に関する報告がなされたのをはじめとして、水平荷重を受けるくい基礎、矢板式基礎の構造特性、本州四国連絡橋で用いられた多柱式基礎の耐震安定性、さらに、傾斜地盤上の杭の水平抵抗に関する研究報告も行われた。またじん性に優れた橋脚形式として考えられたコンクリート充填鋼管の耐荷力に関する研究や鉄筋コンクリート橋脚の地震時における保有耐力に関する動的繰返し載荷実験等の研究成果が報告されている。

この他、道路橋においても被害の大きかった宮城県沖地震(1978.6.12)については、第11回(1979年)に報告されている。

(3)橋梁ワークショップ

1983年に開催された作業部会において、日米橋梁ワ

ークショップの開催が計画され、翌1984年の2月20日から22日にかけて、筑波研究学園都市、建設省土木研究所において、第1回の日米橋梁ワークショップが開催された。このワークショップでは、設計基準、地震力及び橋の応答を含む道路橋の地震問題に焦点をしばって行われ、米国側14人、日本側31人が参加し、日本側からは20編の論文が発表された。

第2回の橋梁ワークショップは、1985年8月19日から22日まで米国、カリフォルニア州サンフランシスコにおいて開催され、日本側から12名、米国側から13名が参加して、吊橋及び斜張橋の耐風安全性に関する研究、コンクリート充填鋼管を含む鉄筋コンクリート橋脚柱の地震時挙動に関する室内実験、地震により被災した橋梁構造の復旧方法等々に関して多数の論文が発表された。

第3回橋梁ワークショップは、1987年5月8日から9日まで筑波研究学園都市において開催され、日本側から33名、米国側から14名が参加して、斜張橋の動的解析、橋梁設計における信頼性、道路橋の耐震設計と地震動、既設橋梁の補修と補強、吊橋及び斜張橋の耐風安全性、道路橋における免震設計、RC橋脚の耐震特性、地中連壁基礎について情報交換するとともに、今後協力しうるプログラムについて討議された。

(4)研究者の交流

研究者の交流では、1981年に栗林栄一博士が、橋梁の地震時の応答と挙動に関する将来の研究協力を討議するため訪米している。1983年には、建設省土木研究所の萩原良二研究員が2月から6ヶ月間訪米し、米国国立標準局において実施する予定の鉄筋コンクリート橋脚柱の大規模実験計画の共同研究に参加した。1985年には、日本側作業部会長多田浩彦博士が約1ヶ月間、UJNR人事交流プログラムに基づいて、米国関係各機関を訪問した。また、1986年には、建設省土木研究所の箕作光一研究員が9月から10ヶ月間、米国商務省国立標準局建築技術研究センターへ派遣され、橋脚及び柱の耐震性能に関する共同研究に参加した。

(5)日米共同研究

日米共同研究は、1983年から橋脚及び柱の耐震性能に関して開始されており、鉄筋コンクリート橋脚の動的繰り返し載荷実験、鉄筋コンクリート橋脚の破壊に関する模型実験、コンクリート橋脚の実物及び小型模型実験、コンクリート充填鋼管の挙動の実験的研究が行われている。

(6)将来展望

将来計画としては、1983年度以来、実施されている橋脚及び柱の耐震性能に関する共同研究をより緊密な

協力の下に継続させてゆくこと、とくに共同実験による研究を促進し、その成果についても中間段階で意見交換を行っていききたい。また、吊橋および斜張橋の地震応答及び耐風応答に関する共同研究を推進する。とくに風洞実験法を評価あるいは比較するために関係機関で相互に橋梁の風洞実験を行ってゆくとともに、研究者の交流も進めてゆきたい。次に、日米両国の耐震設計基準を比較するために共同研究を行う。これは両国よりそれぞれいくつかの橋梁を選び、一方の国で設計された橋梁について、他方の国が再び自国の基準により耐震設計を行う。これにより両国の耐震設計基準の類似点、相違点が明らかにされ、さらに相互に関心をもつ分野も明らかとなり、研究交流を深めてゆくのには有益となろう。さらには、既存橋梁の地震や強風による災害を軽減し、防止するための補強法に関する広範囲な共同研究計画も促進するほか、既存橋梁の補修・補強法についての研究協力の推進が期待されている。

以上のように、交通システムの耐風耐震技術に関する研究情報の交換、研究者の交流、共同研究には、今後も多くの課題があり、両国の緊密な協力の下に、ますます活動を活発化してゆくことが求められている。

(篠原洋司)

4. 謝辞

本専門部会は20年の長きにわたり活動を継続して来た。その間に、情報の交換や研究者の交流、共同研究の実施、ワークショップの開催などを行って来た。多くの成果が本専門部会の活動を通じあげられ、両国の災害防除技術の発展に貢献した。その間の活動に関しては、UJNRの多くの専門部会の中でも最も活発な部会の1つであると高く評価されている。現在までの20年間の本専門部会の活動に対して寄せられた日本側の本部会の主管である科学技術庁科学技術振興局国際課の御理解と御支援に対して、また米国側部会会長を務められたフランク博士、ライト博士ならびに第1回以降の日本側部会会長を務められた福岡正己、伊吹山四郎、長尾満、川上賢司、市原薫、中沢式仁、坂上義次郎、大久保忠良、飯田隆一、富永正照、上條俊一郎氏の御熱意と御指導に対して感謝するとともに、活動を継続して来られた本専門部会委員の方々の御努力に敬意を表する。

最後に、本文の執筆、とりまとめに当たられた、各作業部会長、佐々木、横山両幹事ならびに事務局の方々に心からお礼申し上げます。

付録：専門部会活動一覧（昭和53年5月～昭和62年10月）

1. 共同研究活動

期間(自)	期間(至)	事 柄	会議等開催場所	米側参加者	日本側参加者	日本メンバー
1978. 5. 15	1978. 5. 19	日米共同大型実験計画委員会第2回	サンフランシスコ	10	6	1
1978. 12. 18	1978. 12. 23	日米共同大型実験計画委員会第3回	東京	7	12	2
1979. 7. 7	1979. 7. 16	日米共同大型実験計画委員会第4回	サンフランシスコ	12	7	2
1980. 5. 16	1980. 5. 16	構造物補修・補強セミナー第1回	ロサンゼルス	17	3	2
1981. 5. 18	1981. 5. 18	構造物補修・補強セミナー第2回	筑波	18	24	9
1982. 5. 13	1982. 5. 13	構造物補修・補強セミナー第3回	サンフランシスコ	14	8	5
1982. 9.	1982. 12.	構造物の耐風設計に関する研究	—			
1983. 5. 12	1983. 5. 13	日米津波ワークショップ	筑波	12	16	4
1983. 5. 13	1983. 5. 14	構造物の耐震性の評価に関する第1回ワークショップ	筑波	12	10	2
1983. 11.	1983. .	土の液状化に対する耐荷力評価のための原位置試験法に関する共同研究	—			
1984. 2. 20	1984. 2. 22	第1回日米橋梁ワークショップ	筑波	14	31	9
1984. 3. 16	1984. 3. 17	組積造に関するワークショップ	筑波	6	18	1
1984. 5. 14	1984. 5. 14	ライフライン施設の地震工学に関する第1回ワークショップ	ワシントン	14	7	
1984. 7. 27	1984. 7. 28	構造物の耐震性の評価に関する第2回ワークショップ	サンフランシスコ	18	12	2

期間(自)	期間(至)	事 柄	会議等開催場所	米側参加者	日本側参加者	日本メンバー
1984. 8.	1984. 8.	多層構造物の大型模型実験に関する研究	—			
1984. 8.	1984. 8.	鉄骨構造物の大型模型実験に関する研究	—			
1984.12. 5	1984.12. 7	埋設管路及び通信施設の地震時挙動に関する日米ワークショップ	筑波	10	39	6
1985. 5.17	1985. 5.17	構造物の耐震性の評価に関する第3回ワークショップ	東京	6	13	2
1985. 8.	1985. 8.	組積造の大型模型実験に関する研究	—			
1985. 8.17	1985. 8.20	液状化判定の原位置試験に関するワークショップ	サンフランシスコ	14	10	2
1985. 8.19	1985. 8.22	第2回日米橋梁ワークショップ	サンフランシスコ	13	12	2
1986. 8.	1986. 8.	ライフライン施設の災害防除	—			
1987. 5. 8	1987. 5. 9	既存構造物の補修及び補強に関するワークショップ	筑波	6	36	3
1987. 5. 8	1987. 5. 9	第3回日米橋梁ワークショップ	筑波	14	35	10
1987. 7.27	1987. 7.31	鉄骨造研究日米合同技術調整委員会	東京	13	29	3
1987. 8. 2	1987. 8. 6	強震観測に関するワークショップ	サンフランシスコ	12	2	2
1987.10.15	1987.10.17	組積造研究日米合同技術調整委員会	北海道	9	29	2

2. 研究者交流

期間(自)	期間(至)	事 柄	所 属	氏 名	相手機関
1978. 7.	1978. 7.	宮城県沖地震被災地調査	NBS	B.R. Ellingwood	
1978. 7.	1978. 7.	宮城県沖地震被災地調査	USGS	D.K. Keefer	
1978. 7.	1979. 7.	動荷重に対する土堤の応答に関する共同研究	港湾技術研究所	上部 達生	WES
1978. 7.	1978. 7.	宮城県沖地震被災地調査		C. Arnold	
1978. 7.	1978. 7.	宮城県沖地震被災地調査		J.A. Blume	
1978. 7.	1978. 7.	宮城県沖地震被災地調査		J.D. Cooper	
1978. 7.	1978. 7.	宮城県沖地震被災地調査		H.H. Fowler	
1978. 7.	1978. 7.	宮城県沖地震被災地調査		P.I. Yanev	
1978. 7.	1978. 7.	宮城県沖地震被災地調査	USGS	C.M. Wentworth	
1978. 7.	1978. 7.	宮城県沖地震被災地調査	USGS	A.G. Brady	

期間(自)	期間(至)	事 柄	所 属	氏 名	相手機関
1978. 7.	1978. 7.	宮城県沖地震被災地調査	USGS	E.L. Harp	
1979. 5.	1979. 8.	地震危険度の評価法に関する研究	米国内務省、地質調査所	R.K. McGuire	土木研究所
1980. 9. 1	1981. 7.31	日米共同大型耐震実験研究 (RC造)	ミシガン大学助教授	James K. Wight	建築研究所
1981. 1. 1	1981. 3.30	日米共同大型耐震実験研究 (RC造)	カリフォルニア大学ロサンゼルス校助教授	Dixon Rea	建築研究所
1981. 5. 4	1981. 8.10	ライフラインの耐震性に関する研究	米国オクラホマ大学、土木工学科助教授	L.R.L. Wang	土木研究所、耐震研究室
1981. 7.27	1982. 4.29	日米共同大型耐震実験研究	建築研究所	平石 久広	米国ポルトランドセメント協会
1981. 8.15	1981. 8.28	日米共同大型耐震実験研究の打合せ及び成果の発表	建築研究所	渡部 丹	NSF、ハワイ構造技術協会
1981. 8.15	1981. 8.28	日米共同大型耐震実験研究の打合せ及び成果の発表	建築研究所	山内 泰之	NSF、ハワイ構造技術協会
1982. 6.25	1982. 8.23	日米共同大型耐震実験研究 (RC造)	スタンフォード大学助教授	Helmut Krawinkler	建築研究所
1982. 9.	1982.12.	構造物の耐風設計に関する研究	米国国立標準局	R.D. Marshall	土木研究所、構造研究室

期間(自)	期間(至)	事 柄	所 属	氏 名	相手機関
1984. 6.	1984. 7.	日米共同大型耐震実験研究 (鉄骨造)	カリフォルニア大学バークレー校助教授	Mercy L. Wang	建築研究所
1984. 9.	1984. 9.	長野県西部地震の共同調査	USGS	E. Harp	—
1984. 9.	1984. 9.	長野県西部地震の共同調査	USGS	D. Keefer	—
1985. 3.13	1985. 4.12	組積造に関する日米共同研究	建築研究所	中島 正愛	スタンフォード大学、ミネソタ大学
1985. 3.18	1985. 4.17	組積造に関する日米共同研究	建築研究所	上之園 隆志	カリフォルニア大学バークレー校
1985. 5. 1	1986. 4.30	鉄骨造実大6層建物の耐震性に関する研究	建築研究所	緑川 光正	イリノイ大学ニューマーク土木研究所
1985. 9.17	1986. 1.16	組積造に関する日米共同研究	建築研究所	勅使川原 正臣	カリフォルニア大学バークレー校、NSF
1985.11.	1986.11.	土の動特性に関する研究	港湾技術研究所	土田 孝	WES
1986. 8.25	1986. 9.24	組積造に関する日米共同研究	建築研究所	千歩 修	コロラド大学ボルダー校
1986. 9.24	1987. 7.23	コンクリート部材のじん性に関する研究	土木研究所、構造橋梁部、橋梁研究室	箕作 光一	NBS

期間(自)	期間(至)	事 柄	所 属	氏 名	相手機関
1982. 9. 3	1983. 8.31	日米共同大型耐震実験研究(鉄骨造)	イリノイ大学助教授	Douglas A. Foutch	建築研究所
1983. 2. 1	1983. 7.31	ライフライン施設の地震工学に関する日米共同研究	土木研究所、地震防災部、耐震研究室	萩原 良二	
1983. 8.	1983.12.	日米共同大型耐震実験研究(鉄骨造)	ワシントン大学助教授	Coarles W. Roeder	建築研究所
1983.10.	1983.11.	液状化判定のための現地調査	BUREC	J.A. Farrar	
1983.10.	1983.11.	液状化判定のための現地調査	NBS	W. Kovacs	
1983.11.	1983.11.	静岡県地震対策調査	カリフォルニア大学	V. Bertero 他11名	
1983.11.25	1984.11.24	日米共同大型耐震実験研究、鉄筋コンクリート造の最終報告書作成	建築研究所	芳村 学	カリフォルニア大学バークレー校
1984. 1.	1984. 2.	日米共同大型耐震実験研究(鉄骨造)	ミシガン大学助教授	Subash C. Goel	建築研究所
1984. 3.20	1984. 4.30	日米共同大型耐震実験研究(組積造)に関する研究、調査及び打合せ	建築研究所	平石 久廣	カリフォルニア大学バークレー校
1984. 4. 9	1984. 4.24	日米共同研究の打合せ及び成果発表	建築研究所	山内 泰之	カリフォルニア大学バークレー校、ミシガン大学

期間(自)	期間(至)	事 柄	所 属	氏 名	相手機関
1986.10. 4	1986.11.17	地震時における液状化に関する研究	開拓局工学研究センター	J. Farrar	土木研究所、振動研究室
1987. 1.12	1987. 3.31	地盤動に関する研究	米国国立標準局	R. Jibson	土木研究所、振動研究室
1987. 3.	1988. 2.	地震時の土の安定に関する研究	港湾技術研究所	八谷 好高	WES
1987. 8.	1987.10.	日米共同大型耐震実験研究（組積造）	カリフォルニア大学サンディエゴ校助教授	Frieder Seible	建築研究所
1987. 8.23	1988. 8.22	盛土構造物の耐震設計に関する研究	土木研究所、機械施工部、動土質研究室	松尾 修	南カリフォルニア大学

3. 合同部会

期間(自)	期間(至)	事 柄	会議等開催場所
1978. 5.23	1978. 5.26	第10回合同部会	ワシントン
1979. 9. 4	1979. 9. 7	第11回合同部会	筑波
1980. 5.19	1980. 5.22	第12回合同部会	ワシントン
1981. 5.19	1981. 5.22	第13回合同部会	筑波
1982. 5.17	1982. 5.20	第14回合同部会	ワシントン
1983. 5.17	1983. 5.20	第15回合同部会	筑波
1984. 5.15	1984. 5.18	第16回合同部会	ワシントン
1985. 5.21	1985. 5.24	第17回合同部会	筑波
1986. 5.12	1986. 5.15	第18回合同部会	ワシントン
1987. 5.12	1985. 5.15	第19回合同部会	筑波

III TWO DECADES OF ACCOMPLISHMENTS AND CHALLENGES FOR THE FUTURE PANEL ON WIND AND SEISMIC EFFECTS, UJNR

III. TWO DECADES OF ACCOMPLISHMENTS AND CHALLENGES FOR THE FUTURE

: PANEL ON WIND AND SEISMIC EFFECTS, UJNR

Edited
by

Nobuyuki Narita*

Abstract

In 1967, the Panel on Wind and Seismic Effects, UJNR, was founded with the aim of technical cooperation between the U.S. and Japan in regard to technology for the mitigation of natural disasters such as extreme wind, earthquake, storm surge and tsunami. Since the 1st Joint Panel Meeting held in Tokyo in 1968, the Panel has been expanding and broadening its activity yearly, establishing ten task committees, exchanging personnel and technical information, conducting U.S.-Japan cooperative research and holding workshops.

This paper was prepared by the Japan Panel, commemorating the 20th Joint Panel Meeting to be held in Washington, D.C. in May, 1988, and sets forth the progress and accomplishments of the Panel in the last two decades as well as its future prospects.

1. Introduction

On the occasion of the 1st Plenary Meeting of the 3rd U.S.-Japan Trade and Economy Joint Committee held in Tokyo on January 27, 1964, the U.S. side proposed the establishment of the U.S.-Japan Conference on Development and Utilization of Natural Resources (UJNR); the UJNR would not belong to either the U.S.-Japan Science Committee nor U.S.-Japan Trade and Economy Joint Committee, and subsequently, it was founded in the same year.

The aims of the proposal were: "The governments of the U.S. and Japan start the exchange of personnel and information in the field of technology for the benefit of both countries. Also, it is suggested to have a meeting of governmental officers from both countries as early as possible." Understanding the aims of the proposal, the Science and Technology Agency took the initiative in the activity on the Japan side.

The Panel on Wind and Seismic Effects is one of the 17 UJNR Panels. The Panel was established as a new cooperative activity on the occasion of the 3rd UJNR Plenary Meeting held in Tokyo in 1967. Principal objectives of this cooperative program are to give opportunities for the exchange of opinions, presenting the

results of research on wind and seismic effects on structures, in view of the fact that both the U.S. and Japan are prone to suffer from natural disasters.

The Panel's area of activity has expanded yearly. The Panel aims at exchanging results of research related to the revision of design criteria and developing comprehensive measures and technical fields to mitigate loss of lives and properties from natural disasters such as extreme wind, earthquake, storm surge and tsunami.

The Panel has been established jointly in each country. The Japan Panel consists of 29 members from 6 organizations and is chaired by the Director-General of Public Works Research Institute, MOC. U.S. Panel is chaired by the Director of Center for Building Technology, NEL, NBS, and includes 35 members from 8 organizations.

Ten task committees were also organized to promote effectively the Panel program by exchanging technical information through the Joint Meeting of the Panel and workshops held on the relevant subjects.

* Chairman, Japan Panel on Wind and Seismic Effects, UJNR (Director-General, Public Works Research Institute, Ministry of Construction, Japan)

It was proposed to submit special papers at the 20th Joint Panel Meeting to be held in Washington D.C. in May, 1988, commemorating the Panel activities in the last two decades. Thus, this paper was prepared by the Japan Panel, that is, drafted by the Task Committee Chairmen and Secretaries then finalized based on suggestions by the Panel members. The paper sets forth the accomplishments of the Panel and task committees during the last two decades along with future prospects.

2. Two Decades of Accomplishments and Future Challenges of the Panel on Wind and Seismic Effects, UJNR

2.1 Progress of the Panel

(1) Since the 1st Joint Panel Meeting held in Tokyo in 1969, Joint Panel Meetings have been held alternately in Japan and U.S. every year.

(2) On the occasion of the 10th Joint Panel Meeting in 1978, the Panel's field of activity was broadened to include topics on storm surge and tsunami and new members joined the Panel. Since that time, the activity in this field has been continued.

(3) The importance of research on earthquake prediction has been emphasized in the Panel. In 1978, it was decided to establish a new panel, the Panel on Earthquake Prediction, UJNR.

(4) Six Task Committees from A to F, such as Strong Motion Instrumentation Arrays and Data Program, Large Testing Program, were established in the Panel in 1975. Making an addition later, ten task committees continue their activities at present.

(5) Both the U.S. and Japan have exchanged a great amount of research data and literature, including data of earthquake strong motion.

(6) In 1977, the exchange of researchers and U.S.-Japan cooperative research were initiated. Several workshops have been held in which Panel members and researchers participated from U.S. and Japan as well as coordinating meetings for cooperative research program.

(7) The following five U.S.-Japan Cooperative Research Programs have been conducted:

- a. Research of Reinforced Concrete Structures (1979-1987)
- b. Research of Steel Structures (1982-continued)
- c. Research of Lifeline Facilities (1982-continued)
- d. Research of In-Situ Testing Methods for Liquefaction (1983-continued)
- e. Research of Masonry Structures (1984-continued)

The cooperative research program has facilitated exchange of researchers, including young researchers and design engineers, and technical information between both countries. The programs also have contributed to the advancement of earthquake engineering in the future.

(8) In 1979, Public Works Research Institute, Building Research Institute, Geographical Survey Institute and Meteorological Research Institute moved to Tsukuba Science City. On this occasion, modern and large-scale experimental facilities were equipped so that new experimental studies could be initiated. These facilities

have been utilized for U.S.-Japan Cooperative Research Programs.

(9) In 1987, a Charter was formulated to clarify the aims of the Panel activity.

2.2 Accomplishments of the Panel

(1) Up to now, over 1000 research papers and reports have been presented in the Joint Panel Meetings from the U.S. side and Japan side. Proceedings of the Joint Meetings were printed, distributed, and utilized to develop wind and earthquake engineering in both countries.

(2) More than 200 U.S. and Japanese researchers have been exchanged to join cooperative research programs, earthquake survey and other activities in the counterpart country.

(3) Under the auspices of the Panel, 16 workshops have been held. Researchers and engineers participated in the workshops to present and discuss their papers. Proceedings which contain the results of workshops were printed, distributed widely and utilized.

(4) Since strong motion records are precious data for research on earthquake engineering, the strong motion record exchange system was built between U.S. and Japan. That is, a strong motion records catalog is exchanged periodically, and wave records and digitized records of strong motion are distributed to the related agencies after publication.

Furthermore, records of strong wind and tsunami and data base have been exchanged as well to be utilized for developing relevant research.

(5) In regard to cooperation with developing countries, information was exchanged. Especially, the U.S. and Japanese investigation of damages due to Mexico Earthquake and Chile Earthquake and support of aid were reported at the Joint Panel Meetings.

2.3 U.S.-Japan Cooperative Research Program

(1) Research of Reinforced Concrete Structures

1. It was confirmed that the ultimate resistance and deformation characteristics of reinforced concrete building with shear walls through the conducting of full-scale 7-story building test. The base shear coefficient of test building which is nearly equal 0.24 by the usual calculation, was ascend to 0.36 by the joint effort of slabs.

The maximum angle of rotation was $1/64$, at which point the test building showed ductile behavior since the shear walls the major lateral load resisting component, was damaged in a flexural mode.

2. It was made clear that the building behavior during earthquake by the development of Pseudo Dynamic Testing Method.

3. Since the study intended to achieve an economical design, the section were considerably less reinforced than those conforming with US and Japanese practices. In accordance with the US practice, we used the anchorage method of beam reinforcing to column and heavily shear reinforcing at the beam end. This result was given the good basic information for the revision of design guideline of reinforced concrete structures at Architectural Institute of Japan.

4. A series of pseudo dynamic test made much structural damage to the test building. Then the repair works and the installation of nonstructural elements were done in order to inspect the effect of repair works and relationship between the structural damage grade and the obstacles of nonstructural elements. The overall behavior of the structure after repair was in general similar to that of the before-repair structure. Therefore, we have the starting point of the research of "the development of seismic repair techniques".

5. The actual behaviour of the nonstructural elements in the full scale building was obtained by the pseudo dynamic test. The test results gave the precious materials for better aseismicity of non structural elements in future.

(2) Research of Steel Frame Structures

1. A seismic test of actual full-scale 6-story steel frame building was conducted. This test is the first occasion of this field in the world. It was able to the more economical design by the provision of dynamic behavior during the earthquake of full size building with braced frame and moment resistance frame. Namely, it was confirmed by the test to the effect of moment resistance of braced frame.

2. It was confirmed that the concentration characteristics of damages to each floor of multi story building by the application of the pseudo dynamic testing method.

3. It was confirmed that the behavior of the joint effect between the steel beam and composite reinforced concrete slab, especially, the effective width and the stress flow in the concrete slab.

(3) Research of In-Situ Testing Methods for Liquefaction

In-situ test for assessing the soil liquefaction must give the universal soil parameter whenever or wherever in the world it is conducted. However, it was noticed that there was some discrepancy in the standard penetration testing (SPT) method in both countries, which is widely used to investigate the soil liquefaction potential. Also, it should be clarified whether the blow counts (N) of SPT obtained by methods in both countries can be universal for the same soil condition or not.

In order to clarify this point, joint investigation by both sides was conducted to acquire the SPT data at the sites where the liquefaction apparently took place during past earthquakes. And the N values which were obtained by the popular manners both in U.S. and Japan were compared.

It was concluded by this cooperative research on the aquired field data that, although there was some difference between the energy ratio obtained by the Japanese practice and the U.S. practice, blow count by the Japanese practice is nearly equal to that by the U.S. practice when normalized for the same energy level.

(4) Research of Lifeline Facilities

From a mutual understanding between the U.S. and Japan on extensive seismic damage of lifeline facilities in urban areas, resulting in significant losses of

lives and property, the U.S.-Japan Cooperative Research of Lifeline Facilities was initiated in 1982 for the purpose of studying seismic response, along with strength and deformation characteristics of lifeline facilities.

Since dynamic behavior of the lifeline facilities significantly depends on the type of facilities, cooperative study was proposed to be made of 1) reinforced concrete column structures, 2) embedded pipes, and 3) semiburied structures. Cooperative research has been made of reinforced concrete column structures from 1982 to 1987 between NBS and PWRI, and it is now being undertaken of embedded pipes from 1988 between Columbia University, Cornell University, Old Dominion University and NCEER of U.S. side and PWRI.

In the cooperative research of reinforced concrete structures, scale effects were studied by the U.S. side under static load reversals using large scale specimens with cross sections as large as 2m and medium size specimens. The effects of loading velocity and loading hysteresis were studied on the Japan side using high-velocity dynamic loading facilities. The results of both investigations have been compiled in the form of technical reports on the effect of scale by the U.S. side and on the effects of loading velocity, number of load reversals, loading time history, two directional loading and oblique loading by the Japan side. The exchange of technical findings and information has been performed at the Joint Meeting and the Bridge Workshop.

In the cooperative research for embedded pipes, cooperation has been initiated from strong motion observation for measuring seismic response of embedded pipes during earthquakes. Observations were undertaken at the site where the pipe crosses a fault in the U.S. and at the site with variation of ground conditions in Japan. The exchange of technical information on embedded pipes is to be promoted.

(5) Research of Masonry Structures

The joint research program for masonry structures is active in progress in both countries. The developments of the large size block unit and the reinforcing method between the block units were successfully carried out already for the actualization of high rise masonry buildings.

2.4 Future Challenges of the Panel

(1) As the exchange of personnel and the exchange of technical information are the fundamental activities of the Panel, continuing the exchanges is considered essential.

(2) Under the auspices of the Panel, workshops have been held and joint researches have been conducted. These programs have contributed to the promotion of research relevant to the field of task committee activities. In order to achieve the objectives effectively, task committees are encouraged to clarify their research needs and to develop future research programs.

(3) To perform smooth and effective activities, the task committees should make efforts to achieve better communication and liaison among themselves with necessary coordination of activity programs.

(4) The proceedings of the Joint Meetings and other materials published by the Panel have been distributed to related organizations not only in Japan and the U.S. but also in other countries. The cooperative researches and workshops have been also coordinated with other organizations' activities. As the Panel has recognized the importance of these connections with other organizations, attention should be paid to coordinating the activity of the Panel and overseeing the activity of the related organizations.

(5) With urbanization and advancement of socio-economic activity in recent years, the effects of strong wind on structures and environments are increasing their importance. Accordingly, the research on wind characteristics and wind engineering including wind-resistant design, wind environment and so on should be strengthened.

(6) Since cooperative research programs facilitate excellent results, cooperative research programs should be promoted actively in the future as well. To facilitate this goal, the Panel will continue to encourage them and provide sponsorship.

(7) The International Decade for Natural Disaster Reduction (IDNDR) is considered to be closely related to the activities of the Panel. Attention should be paid to the IDNDR program so that the Panel will be able to contribute a great deal in connection with the IDNDR program.

(8) Cooperation with developing countries is an important subject which has been pointed out at the Joint Meetings. Recognizing that there are many developing countries which suffer from natural disasters, efforts are needed to conduct the research in order to provide technical information relevant to criteria for design of structures and disaster mitigation programs.

(9) To promote essential Panel activity, the selection of research subjects to work on and the development of a research program is important. Tentatively designated subjects for urgent progress are as follows:

- a. Foundation of data bank.
- b. Benchmark structure.
- c. Precise observation of response caused by strong wind and earthquake.
- d. Base isolation.
- e. Measures against liquefaction.
- f. Comparison of design criteria and test methods.

3. Two Decades of Accomplishments and Future Challenges in Each Task Committee

3.1 Strong-Motion Instrument Arrays and Data

(1) Activities to Date

It was approved at the time of the 7th Joint Panel Meeting in 1975 to establish the Task Committee on Strong-Motion Instrument Arrays and Data. The program of the task committee's activities contained the following six items:

1) After an earthquake which has caused damage to structures or an earthquake during which maximum acceleration exceeding about 0.1g has been recorded, the task committee of the country where the earthquake has taken place will provide a list of the strong-motion

earthquake records for the counterpart of the task committee.

2) Every year the task committee will exchange catalogs of the strong-motion earthquake records during the previous year.

3) The Task Committee will make appropriate arrangements to provide digitizable copies of records when they are requested.

4) The Task Committees will exchange the lists of reports on strong-motion earthquake records published by the organizations participating in the Panel.

5) The Task Committees will exchange the lists of publications on strong-motion earthquake records published in both countries.

6) The Task Committees will exchange listings of the digitized strong-motion records. Exchange of the digitized records in different media other than the listing such as cards, magnetic tape, etc. will be considered.

Since then, the program has been examined on the occasions of every Joint Panel Meeting, and modifications of existing items and additions of new items were made depending on continuing development. In May 1978, the International Workshop on Strong Motion Instrument Array was held in Honolulu, Hawaii; the workshop adopted a resolution to promote array observation of strong ground motions under international cooperation. In response to this resolution, the Task Committee added the promotion of the array observation and exchange of related information to the program of activities. The original program which consisted of exchanges of strong-motion records and information on strong-motion earthquake observation was expanded to cover the observation and the analysis of strong-motion records with emphasis on earthquake hazard reduction and promotion of cooperative researches in those fields. On the other hand, item 5) which referred to the exchange of lists of publications on the strong-motion earthquake observation published in both countries was deleted after a few years of practice since the exchange of the publications by the organizations participating in the Panel seemed to be sufficient and the preparation of the list was too heavy a duty for the Task Committees.

The program for activities for 1987 consisted of 12 items. Ten items out of 12 are activities which should be performed regularly and two are non-regular activities such as holding a workshop. The following are summarized items which were added to the original program:

7) Exchange of technical information on the observation networks and the instruments.

8) Cooperation of international activities on observation of strong-motions in other seismically active areas and on recording strong ground motions close to the source of a large magnitude shock.

9) Exchange of staff and the instruments to record aftershocks after a large magnitude earthquake.

10) Collaborative studies involving strong-motion instrumentation and interpretation of resulting strong-motion data sets for purposes of earthquake hazard reduction.

In the following sections, some of the activities including non-regular ones will be described briefly.

(2) Exchange of Catalog of Strong Motion Records

The "Strong-Motion Program Report" from the U.S. side and "Strong-Motion Earthquake Records in Japan" from the Japanese side are being distributed to the respective counterpart, regularly. For timely transferring of information on the strong-motion records from a large earthquake, the open file reports of U.S. Geological Survey (USGS), from the U.S. side, and the Prompt Report on Strong-Motion Earthquake Records, from the Japanese side, are distributed to the respective counterpart. The English explanation in the Prompt Report was included especially for the exchange program of the Task Committee A. In such a way, the members of both U.S. and Japan Task Committees are obtaining the information on the strong motion records from large earthquakes in both countries quickly and smoothly through the task committee.

(3) Exchange of Strong-Motion Records

Publications including the reproduction of strong-motion records and digitized records have been distributed to the member organizations of the Task Committee as soon as they became available.

At present, magnetic tape is commonly used to distribute data for computer input. At the time when the Task Committee was established, computer cards were the principal media to distribute data for computer input. Magnetic tape was also used for distribution of data at that time; however, difficulties were often encountered due to the insufficient compatibility among the computer systems. Taking such circumstances into consideration for exchange of the records, publications and numerical outputs from the computer printer were selected as the major media. In parallel with them, it was decided to study more efficient media for the exchange of strong-motion records. As a result, the magnetic tape on which the records from the Imperial Valley earthquake of October 15, 1979 was forwarded to the Japanese side, and the tapes reproduced by the Port and Harbour Research Institute (PHRI) were distributed to the Japanese member organizations. Furthermore, the tape of the strong-motion records of the Middle Japan Sea earthquake recorded by the network of PHRI was forwarded to the U.S. side. These exchanges of the strong-motion records with magnetic tapes proved the compatibility of computer tapes among the computer systems of the member organizations of both sides. The exchanges also worked as a part of the actual exchange of the records. After this study, the item on the efficient media for data exchange was deleted. Since then, the exchange of records has been made with magnetic tape when necessary. As described here, the Task Committee has greatly advanced the exchange of strong-motion records.

(4) Workshop on Strong-Motion Earthquake Observation

The Task Committee held the Workshop on Strong-Motion Earthquake Observation at USGS in Menlo Park, San Francisco, U.S.A., for five days from August 2, until August 6, 1987. The workshop program consisted of technical presentations and discussions on the strong-

motion networks, the strong-motion instruments, the processing of strong-motion records, experiment of digitization of strong-motion records and technical visits. In total, 12 researchers and engineers from U.S. and Japanese sides participated in the workshop. The technical presentations and discussions were made on 21 topics. As the experiments, typical U.S. and Japanese strong-motion records were digitized with the digitizer which USGS had been using for its routine job, and views were exchanged among the participants. This workshop was organized so as to avoid duplication of the topics with the Workshop on Processing of Seismic Strong Motion Records organized by IUGG and held in Vancouver, Canada on August 8, 1987. Therefore, it was possible for the participants in both workshops to exchange information and discuss wide areas of strong-motion earthquake observation. And in fact, many who attended the UJNR Workshop participated in both workshops.

(5) Mutual Acceptance of Team for Aftershock Observation

It is very significant to observe aftershocks immediately after a large main shock in or near the source region. However, success of the observation highly depends upon how quickly such observation can be started. The Task Committee decided to study necessary arrangements for accepting the observation team from the counterpart country and scheme of cooperative research. The procedure for quick customs clearance and the necessary supports for visiting observation team were studied.

(6) Study on Policy for Opening Strong-Motion Records to Large Users Community

The strong-motion record has a very large potential for various types of use. As a result, many engineers and researchers desire to utilize strong-motion records, and the operators of strong-motion records, and the operators of strong-motion network are requested to fulfill such desire. On the other hand, many strong-motion networks in the world are operated by researchers. Such researchers produce their own research reports with the strong-motion records which they recover. The records are, in some aspects, their original data for research and the unconditional opening of the records to a large users community may cause some difficulties for the researchers to do their research. Therefore, for opening the strong-motion records, a rule has to be established which balances requirements from the network operators and the users community. The Task Committee has been continuing its effort to draft an appropriate policy for opening the strong-motion records to the large users community.

(7) Prospect for Future Program

Significant achievement has been made in information exchange on the strong-motion network and the recovered records, and in the exchange of strong-motion records. The activities in these fields should be continued and strengthened. Information exchange and discussion on new strong-motion instruments and processing

systems for strong-motion records are essential for development. Therefore, workshops should be held at an appropriate time interval and information exchange and advancement of the technology at both sides should be promoted.

The areas to be expanded and strengthened are the U.S. and Japanese Task Committees' cooperative effort to contribute to international activities on the strong-motion earthquake observation and the development of advanced technology to utilize the strong-motion records with emphasis on mitigation of seismic disaster. For the latter area, one possible approach is to establish a joint research program.

(H. Tsuchida)

3.2 Large-Scale Testing Program

(1) Background

Following the 1968 Tokachi-oki earthquake in Japan, during which numerous reinforced concrete school buildings of modern design suffered heavy damage, it was apparent that every effort should be made to improve new designs through (1) learning as much as possible from the experience of the Tokachi-oki earthquake, (2) reviewing and considering possible changes in building codes, (3) improving design and construction practices, and (4) initiating programs of needed research. Responding to this need, a first joint seminar, Sendai, 1970 was held for the purpose of (1) reviewing the causes of damage sustained by modern school buildings, (2) examining design and construction methods, and (3) identifying and defining needed programs of research which could be conducted more effectively on a cooperative basis.

A second seminar, in Berkeley, California, 1973, was held for purposes of reviewing (1) the causes of damage sustained by reinforced concrete structures during the 1971 San Fernando earthquake, (2) current research on earthquake resistant design, (3) the safety of existing structures and means of upgrading their resistance, and (4) post-earthquake damage repair. Prompted by informal discussions held at Sendai, a U.S.-Japan Cooperative Research Program on Earthquake Engineering with Emphasis on the Safety of School Buildings was established under the U.S.-Japan Cooperative Science Program for the period May, 1973 - October, 1975.

A review meeting of the cooperative research program emphasizing the safety of school buildings was held in Hawaii in 1975. With this experience in mind, a set of RECOMMENDATIONS FOR U.S.-JAPAN COOPERATION IN THE FIELD OF EARTHQUAKE ENGINEERING was drafted and signed by all official participants. Recommendations Nos. 2 and 3 read as follows:

RECOMMENDATION NO. 2 Establish a Cooperative Research Program in Earthquake Engineering with Emphasis on Large-Scale Testing of Structural Systems under the sponsorship of the U.S.-Japan Panel on Wind and Seismic Effects, U.J.N.R. Program. (The rest is omitted)

RECOMMENDATION NO. 3 Establish a Task Committee under the U.S.-Japan Panel on Wind and Seismic Effects, U.J.N.R. Program. The assignment

given to this Task Committee should be to make detailed plans and recommendations for implementing Recommendation No. 2 which will ensure an effective research program of maximum benefit to both countries within constraints of the sponsoring government agencies. (The rest is omitted)

(2) Activities of the Panel

Parallel with the above described cooperative activities of university researchers, government delegates on the Panel undertook positive steps toward strengthening such cooperative efforts. At the conclusion of its sixth Joint Meeting held in Washington, D.C., in 1974, the Panel adopted the following resolution:

3. that increased effort should be made in the near future to encourage joint research programs, especially in the area of mutual utilization of research facilities and the exchange of researchers.

At the seventh Joint Meeting, Tokyo, 1975, the justification of cooperative large-scale testing program was stated in a paper "Earthquake Disaster Mitigation: A Joint Research Approach" presented by C.C. Thiel and J.B. Scalzi as follows:

2. Large Scale Destructive Testing of Structures

A plan to obtain the required data could be formulated by a joint U.S.-Japan program consisting of: (a) large scale testing of existing structures of various types of materials and construction, (b) pseudo-dynamic tests on full size specimens or structures constructed to obtain specific data, (c) shake table verifications were required for the pseudo-dynamic tests or for specimens which may be considered full size.

At the tenth Joint Meeting, Washington, D.C., 1978, the Panel again indicated its strong support of the program by adopting the following resolutions:

3. The Panel on Wind and Seismic Effects recognizes the importance of the U.S.-Japan Cooperative Program on Large Scale Testing and it urges early implementation of the program under the auspices of this Panel.

(3) Activities of the Planning Group.

In January, 1976, J.B. Scalzi of the NSF encouraged J. Penzien of the UCB to submit a specific proposal to NSF to implement RECOMMENDATION NO. 3. Promoted by this encouragement and the past recommendations for cooperative research, a proposal entitled "Planning a Cooperative Research Program in Earthquake Engineering with Emphasis on Large-Scale Testing of Structural Systems" was submitted to the Research Applied to National Needs (RANN) Directorate of NSF by the UCB. This proposal called for the planning effort to be conducted under the auspices of the U.S.-Japan Panel on Wind and Seismic Effects. NSF responded favorably to this proposal by issuing a grant with J. Penzien serving as Principal Faculty Investigator. The planning group consisted of university researchers and delegates of the Task Committee (B) of this Panel.

The first planning group meeting, U.S.-Japan Cooperative Research Program Utilizing Large-Scale Testing

Facilities, was held in Tokyo in September, 1977, to discuss future research programs in earthquake engineering utilizing large-scale testing facilities. At the conclusion of the meeting, eleven resolutions were adopted.

The second planning group meeting was held in San Francisco in May, 1978, to continue planning for future research programs in earthquake engineering utilizing large-scale testing facilities. At the conclusion of the meeting, ten resolutions were adopted.

The third planning group meeting was held in Tokyo in December, 1978. The meeting continued discussions to develop future research programs. At the conclusion of the meeting, nine resolutions were adopted.

The fourth planning group meeting was held in Berkeley in July, 1979, to finalize recommendations for a cooperative research program.

Some of the resolutions which were adopted at the meetings are shown as follows;

- ① The goal of the joint program is to improve seismic safety practices through studies to determine the relationship among full-scale tests, small-scale tests and analytical studies.
- ② This program should be initiated in 1979 jointly and cooperatively in both the U.S. and Japan.
- ③ Immediate plans for conducting full-scale pseudo-dynamic tests on a cooperative basis should be developed in accordance with the following priority listing of building types: No. 1 – Reinforced Concrete, No. 2 – Structural Steel, No. 3 – Prestressed /Precast Concrete, No. 4 – Mixed Steel/Reinforced Concrete, No. 5 – Masonry and No. 6 – Timber.
- ④ To insure successful execution of the recommended cooperative research program, full coordination of all research activities carried out in both countries is essential, therefore, the following committees are recommended;
 - (a) Joint Technical Coordination Committee to provide scientific and technical advice to participating institutions in the program. This committee should meet at least once a year during the program.
 - (b) Joint subcommittee to provide advice on the execution of research related to reinforced concrete buildings, steel buildings, pseudo-dynamic loading techniques and other major areas of activity. These committees should meet as frequently as needed.
- ⑤ Concerned government agencies in both countries are urged to complete arrangements for implementing the preceding resolutions. It is recommended that the U.S.-Japan Cooperative Science Program and the U.S.-Japan Panel on Wind and Seismic Effects, U.J.N.R. Program, coordinate their effort towards implementing the large-scale testing program.

(4) U.S.-Japan Joint Earthquake Research Program Utilizing Large-Scale Testing

1) Research Program of Reinforced Concrete Structures

According to the recommendation and resolution of the Planning Group Meeting, the Science and Technology Agency and the Ministry of Construction for Japan and the National Science Foundation for the U.S. signed the "Implementing Arrangement of the U.S.-Japan

Joint Earthquake Engineering Research Program Utilizing Large-Scale Testing Facilities" on August 10, 1979. The Co-Chairmen of both sides of the UJNR Panel on Wind and Seismic Effects received a request for endorsement of the Joint Research Program in a letter signed jointly by the Parties (STA, MOC and NSF).

The Task Committee reviewed the program and its components, and recommended the endorsement of the program to the Panel Co-Chairmen. The Panel Co-Chairmen endorsed the program to STA, MOC and NSF in July, 1980.

The testing of a seven-story reinforced concrete structure was started on March, 1981, at the Building Research Institute. Support tests to be carried out in Japan were initiated in 1980 and completed in 1982. Support tests in U.S.A. were initiated in 1981 and completed in 1983.

The Joint Technical Coordination Committee met in Japan in July, 1982, for discussion of experimental data as well as exchanging of data.

All of the experimental and analytical studies have been completed in 1984. The results have been published in "Special Publication 1984" by the American Concrete Institute.

2) Research Program of Steel Structures

The Ministry of Construction and National Science Foundation signed the Implementing Arrangement on May 18, 1981 and the Panel Co-Chairmen endorsed the program to MOC and NSF on May 22, 1981.

The Joint Technical Coordinating Committee met in Japan in July, 1982, under the auspices of UJNR for discussion of the research program (full-scale test in Japan and support tests in the U.S. and Japan). The JTCC met in Japan in June, 1983, and February, 1984. Research on steel structures were discussed.

Testing of the Full-scale steel structure was started in 1983. Testing full-scale steel structure and support tests were completed in 1986 in both countries.

The meeting of JTCC on Steel Structure Research was held in Tokyo in July, 1987, to summarize the Joint Research Project on steel structures.

3) Research Program of Masonry Structures

The Workshop on Masonry Structures was held at BRI in March, 1984, for assessing the need for a priority coordination research program including component and large-scale tests of masonry structures. The Joint Planning Committee on Masonry Structures met in the U.S. in July, 1984, for discussion of research on the coordinated masonry structures.

MOC and NSF signed the Implementing Arrangement in December, 1984, and the Panel Co-Chairmen endorsed the Implementing Arrangement to MOC and NSF during the 17th Joint Meeting in Tsukuba.

The meetings of the Joint Technical Coordinating Committee of Masonry Structures were held in Tokyo in August, 1985, in Colorado in September, 1986 and in Hokkaido in November, 1987.

Testing of a full-scale five-story masonry building was began in November, 1987. The joint research program is active in progress in both countries.

(5) Future Program

The Task Committee will facilitate continued deliberation of following topics between appropriate U.S. and Japan organizations and report its findings and recommendations to the Panel.

- a. Seismic performance of precast concrete construction.
- b. Seismic performance of composite and mixed constructions.
- c. Application of high strength construction materials, such as concrete and steel, to structures in high seismic zones.
- d. Application of base isolation and controlled damping systems to critical structures located in high seismic and wind zones.

The Task Committee will encourage the exchange of information on large-scale testing facilities and large-scale testing programs in both countries.

(K. Ohtani)

3.3 Repair and Retrofit of Existing Structures

(1) Particulars of the Task Committee

It was decided at the 7th Joint Meeting in 1975 that the Repair and Retrofit Task Committee (C) should be founded; previously existing were five other Task Committees, (A), (B), (D), (E) and (F). In accordance with this decision the 1st Task Committee met at the time of the 8th Joint Meeting; the Task Committee has since met along with each joint meeting, numbering through the twelfth in 1987.

At the Task Committee Meeting during the 11th Joint Meeting (1979) it was decided that U.S.-Japan seminars in relation to the Task Committee should be held. Thus, starting in 1980 the seminar was held each year for three consecutive years; in 1987 the 4th U.S.-Japan Seminar was held, after a five year interruption.

Results of the Task Committee (C) were evaluated at the four seminars along with the exchange of information; e.g., related standards and state-of-art reports, which were done through the joint meetings and the seminars.

The following review will summarize the outlines and general outcomes of the four seminars, analyses of presented papers and exchange of information on related standards; the review will also try to offer some proposals for the Task Committee in the future.

(2) General Aspects of the Four U.S.-Japan Seminars

Of the above mentioned four seminars, the first and the third were held in the U.S.A, and the remaining two were held in Japan. With each seminar in both countries, observation tours were done of actual construction sites concerning repair and retrofit, contributing greatly the understanding of actual construction fields. On the other hand when seminars are held in Country A, for instance, participants from Country B are very few (and vice versa); and except for the 4th Seminar, the durations of the seminars were only 1 - 1.5 days, a time too short for adequate discussions.

Reports on repair and retrofit presented at the seminars and joint meetings (Nos. 1-19) amount to 81 and 20, respectively. Because the number of papers presented at the joint meetings is limited, the seminars are very important in terms of exchanges of information in the field of repair and retrofit. As for the papers presented at the seminars, Prof. R.D. Hanson prepared the proceedings of Seminars 1, 2 and 3 through the NSF Research Fund and distributed them to the participants; Dr. Hirose did the same for Seminar 4 through the cooperation of BRI. Many copies were especially printed of the proceedings of Seminars 1-3 and have been distributed to researchers in countries other than the U.S. and Japan.

In addition, many of representative important standards in the related field from both the U.S. and Japan were introduced at each seminar. Notably, standards regarding seismic evaluations, as well as repair and retrofit of existing structures and damaged structures, have been established in Japan, particularly in the field of building structures; these standards have been summarized and reported at the seminars.

(3) Exchange of Information and Materials in the Task Committee

As mentioned above, the exchange of information has been quite useful for each country as related to the Task Committee and the U.S.-Japan Seminars were held four times. However, it is not always possible to hold this type of seminar every year, due to the limited allowances for business trips abroad and to the scarce accumulation of research papers and materials in the respective countries.

The Task Committee meeting every year together with the joint meetings has supplemented the functions of the seminar and served as its guide. One of the main roles that the Task Committees has played is the introduction of related papers in both countries and the sharing of parts of them.

There have been no other plans or executions of related joint research, etc., except for the holding of the seminars.

(4) Contents of Presented Papers and Analyses

The following (1 - 7) highlights the contents of the principal papers on repair and retrofit of structures which were presented at each joint meeting, along with all the papers presented at the four U.S.-Japan Seminars:

1) In general, papers on building structures are much more numerous than those on civil structure; this is true for both Japan and the U.S. One reason may be that on civil structures there are other task committee; e.g., (F) Lifeline Systems and (J) Transportation Systems, both also having seminars.

2) Except in cases of building structures in Japan, there have been more papers on existing structures than on damaged structures; there are still quite a few fields yet to be studied among those related to the present Task Committee.

3) If we compare methods of seismic evaluation with methods of repair and retrofit, there have been more papers on the latter.

4) Japan has presented more papers than the U.S. Of the Japanese papers, many concern technical guidelines. On the other hand, U.S. papers concentrate more on methodology and philosophies. This difference seems to be due to frequent Japanese projects of technical development and issues of technical guidelines on the national scale.

5) American papers mainly concern seismic retrofit of existing structures—both in civil structures and building structures. The contents are chiefly methodology, experiments, and examples of actual practice.

6) Japanese papers on civil structures are not many in number, but the subjects cover both existing and damaged structures, and the conditions of the subjects range from their evaluation to repair and retrofit. However, the structures studied are limited, with one exception, to bridges, including highway bridges.

7) Japanese papers on building structures cover many fields of repair and retrofit. Particularly, a number of papers have been presented on damaged structures and technical guidelines.

As can be seen from the above, in terms of the numbers and contents of presented papers, there are obvious differences between the U.S. and Japan, civil and building structures, which shows that we still have a good number of research topics yet to be investigated in the future.

(5) The Task Committee in the Future

Regarding the future of the working session, as judged from the various above-mentioned reference materials, the following is pointed out:

1) The technology of evaluation, and repair and retrofit of existing and damaged structures is still developing worldwide; in order to develop this technology efficiently, it is necessary for both the U.S. and Japan—both relatively advanced—to technically cooperate, exchanging information and technical reference materials. The outcomes of the cooperation will serve to mitigate seismic damage in the world.

2) For the purpose specified in 1) above, this task committee should continuously meet along with the Joint Meeting; moreover, for advancing the close cooperation mentioned below, it is necessary to hold U.S.—Japan technical seminars at proper intervals.

3) There is much in common between the basic ideas of Japan and those of the U.S. as regards methods of evaluation of existing and damaged structures, and their structural members (or parts), and their repair and retrofit (details and evaluation of the methods); but at present there are evident differences in details.

4) In order to resolve the condition specified in 3), it is useful and necessary for the U.S. and Japan to cooperate in the following work (a. and b.); for that purpose, we need to make enough preparation beforehand and hold U.S.—Japan seminars of sufficient duration.

a. The U.S. and Japan work together at making comparisons between the technological guidelines of the respective countries on the subject of similar structures, using an example of clear benchmark structures.

b. In order to set up effective structural systems of repair and retrofit and their evaluation methods, the

U.S. and Japan should use examples of several typical structural systems, comparing and investigating them through experimental “back data” of the respective countries.

5) As a prerequisite to the above, it is necessary that both the U.S. and Japan properly rearrange and exchange typical technical guidelines and reference materials as their “back data.”

[References]

- 1) Proceedings of the First Seminar on Repair and Retrofit of Structure, Dept. of Civil Engi. The Univ. of Michigan, Ann Arbor, Michigan, May 1980.
- 2) Proceedings of the Second Seminar on Repair and Retrofit of Structure, Dept. of Civil Engi. The Univ. of Michigan, Ann Arbor, Michigan, May 1981.
- 3) Proceedings of the Third Seminar on Repair and Retrofit of Structure, Dept. of Civil Engi. The Univ. of Michigan, Ann Arbor, Michigan, May 1982.
- 4) Proceedings of the Seminar on Repair and Retrofit of Structure, Workshop on Repair and Retrofit of Existing Structures, U.S.—Japan Panel on Wind and Seismic Effect, UJNR Tsukuba, Ibaraki, Japan, May 1987.

(M. Hirose)

3.4 Evaluation of Performance of Structures

(1) Introduction

Structures designed based on modern seismic regulation, especially, reinforced concrete structures suffered severe damages by 1968 Tokachioki earthquake and 1971 San Fernando earthquake. These experiences accelerated the activities to revise earthquake design regulations and to develop evaluation methods of performance of structures against earthquake. A national technology development program on the establishment of a new seismic design code and regulations started in 1972 in Japan. A draft of evaluation standards of existing reinforced concrete buildings against earthquake was proposed from the Building Research Institute in 1977 and the evaluation standards of the seismic capacity of existing reinforced concrete buildings was published under the supervision of the Ministry of Construction.

The Task Committee D, Evaluation of the Performance of Structures, was initiated at the 8th U.S.—Japan Panel on Wind and Seismic Effect in 1976.

The Scope of the activities of the Task Committee has been established as follows:

- 1) Evaluation of Existing Structures
- 2) Stochastic Risk Analysis and Probabilistic Hazard Determination.
- 3) Corroboration of Large-Scale Testing Program by Analytical Studies.
- 4) Nonstructural and Structural Component Interaction.
- 5) Post-Earthquake and Post-Storm Evaluation of Performance of Structures.
- 6) To compile data and bibliography on the results of analysis, repair and retrofit of existing buildings.
- 7) Benchmark Structures. A methodology should be developed to establish “benchmark” structures to which a proposed code and standards could be compared.

These structures should be tested and analyzed to determine their actual resistance to high wind and earthquake.

Active exchange of information on the above mentioned items has been made through joint meetings and task committee meetings. Through these activities, the need is for a better understanding of current safety evaluation methodologies and joint works of comparative studies between the U.S. and Japan methodologies by their application to existing buildings. In response to this need, three U.S.-Japan workshops have been conducted on the evaluation of the performance of existing buildings for resistance to earthquakes. The workshops, which were held in 1983, 1984, and 1985, were organized through Task Committee D.

(2) U.S.-Japan Workshop on the evaluation of the performance of existing buildings for resistance to earthquakes.

The first workshop was held at the Building Research Institute in Tsukuba, on May 13 and 14, 1983. The meeting was preceded by a field trip to Shizuoka Prefecture on May 12, where earthquake preparedness plans were discussed and strengthening measures used in the prefecture buildings were described. Thirteen representatives from Japan and twelve representatives from U.S. participated in the technical sessions and discussions.

The technical session was intended to bring both U.S. and Japan participants to a common level of understanding of the main evaluation methods currently utilized in the two countries, and to simultaneously address the three key questions confronted in assessing evaluation methodologies:

- 1) What types of structures may be evaluated by a given method?
- 2) What is the level of safety (and reliability) implied in the method and its acceptance/rejection criterion?
- 3) How much effort is needed to conduct the evaluation?

The second workshop was held at the Berkeley Marriot Inn on July 27 and 28, 1984, immediately following the 8th World Conference on Earthquake Engineering held in San Francisco. Twelve representatives from Japan and eighteen representatives from U.S. participated in the workshop with the following primary goals: 1) Discuss new development in evaluation methodologies, 2) Present and discuss evaluations of selected benchmark structures by different evaluation methods, and critically compare the results of these evaluations, and 3) Present additional papers on degree of damage and analysis results for other structures.

The third workshop was held in Tokyo on May 17, 1985, with the primary goal of further critical discussion on results of comparative analyses of selected benchmark structures. Thirteen representatives from Japan and six representatives from U.S. participated in the workshop. New evaluation methodologies for composite steel and reinforced concrete buildings, were also presented. Some comparisons between predicted and measured response of actual buildings were provided.

(3) Summary and conclusions of three workshops

- 1) Detailed and sophisticated analytical procedures

have been developed both in the U.S. and Japan to simulate the dynamic response of building structures. When the input earthquake motion and the properties of materials used in a structure are known, and the structure is relatively simple, these sophisticated procedures enable prediction of the dynamic response of the structure. Adequate accuracy is obtained for earthquake motion well into the elasto-plastic range as indicated in the reports related to the full-scale test structure results. However, low and medium size reinforced concrete buildings tend to have not only very complicated configuration (both in plan and elevation) but also many secondary structural elements which are not considered in the design but have considerable influence on the seismic response behaviour of existing buildings as a whole, reflecting the effect of secondary structural or non-structural elements; analysis is very limited even by using these sophisticated analytical procedures with given earthquake motion. The soil-structure interaction is another difficult problem in the precise prediction of the seismic behavior of existing buildings.

2) For the application of these sophisticated analytical procedures to the seismic safety evaluation of existing buildings, input earthquake motions and their intensities must be determined. Several procedures to generate artificial earthquake motion (with appropriate spectrum characteristics), and to determine their intensity based in the probabilistic approach and on the geotechnical survey of the construction site, have been proposed for the seismic safety evaluation of especially important structures such as nuclear power plant buildings.

However, these procedures have not yet been standardized for the application of seismic safety evaluation of existing reinforced concrete buildings.

3) Rapid evaluation methods for existing buildings subjected to seismic hazard, including a screening process for a large number of buildings, have been developed both in U.S. and Japan. The U.S. spectrum capacity method and Japanese standard method for the evaluation of the seismic capacity of existing reinforced concrete buildings are typical examples. Comparative studies were given on the application of these two methods to two benchmark structures: Holiday Inn Building and R/C full scale seven story test buildings. Some interesting aspects obtained from these studies are summarized as follows:

(a) The ratio of the seismic supply index I_s to the seismic demand index E_t obtained from the second level procedure of Japanese standard method is defined as the "Dj" index. The inelastic capacity used, as calculated by U.S. spectrum capacity method, is defined as the "Du" index.

(b) These two indices, Dj and Du, give a rough idea of the amount of damage that will occur due to the postulated earthquake. For example, objective buildings will be categorized into the following four ranks according to Dj or Du value:

Rank	Range of Dj (or Du)	Amount of Damage
1	over 1.0 (under 50)	non - slight
2	2/3 - 1.0 (50 - 90)	slight - moderate

3	1/3 – 2/3 (90 – 120)	moderate – severe
4	under 1/3 (over 120)	severe – failure

(c) The Du value is very sensitive for the spectrum characteristic of earthquake motion and the assumed ultimate deformation capacity of structures.

(d) Damage rank for the full scale test building obtained from this study has good correspondence with the damage rank evaluated from the test results.

4) Methods of seismic safety evaluation of existing buildings studied in the workshops range from rapid classifications of groups of buildings to detailed dynamic analysis of individual structures.

Methods developed in Japan and in the U.S. are "tuned" to the characteristics of typical buildings in each country. Comparative analyses of benchmark structures reflect the relatively more conservative Japanese seismic design approaches.

The comparisons reveal that the various method are suitable for the expected level of evaluation accuracy for buildings with good arrangements of lateral strength elements, and that a general idea of expected damage level can be estimated.

(4) Future Scope

Henceforth, U.S.–Japan coordinated research activities on the evaluation of performance of existing buildings for resistance to earthquake are expected to improve the methodologies for the evaluation accuracy of performance of various kinds of structures for resistance to different natural hazards.

1) The inventory of existing buildings in each country that have been evaluated and instrumented, and then observed after any future seismic activity should be expanded.

2) Future calibration work on the evaluation procedures developed in the U.S. and Japan through application to damaged structures due to actual earthquakes, or to the results of fullscale tests, is expected to improve the accuracy of the prediction of seismic safety. Evaluation methods, however, should remain as simple as possible for screening purposes.

3) For the future calibration work, earthquake measurements should be conducted on the typical reinforced concrete structures such as rigid frame type, coupled shear wall type, or more complicated types to investigate actual earthquake response, damping characteristics, and soil-structures interaction.

4) Research on standardizing input earthquake motions for their application to the evaluation of seismic safety of structures, including procedures to generate artificial earthquake motions with appropriate spectrum characteristics and to determine their intensity based on the probabilistic approach and on the geotechnical survey of the construction site is to be encouraged.

[References]

1. White, R.N. and Gergely, P., "Performance of Existing Buildings: Results of Benchmark Structure Analyses Performed in U.S.–Japan Workshop", Proceedings of the Third Conference Organized by the Engineering Mechanics Division of ASCE, March 31 – April 2, 1986.

2. White, R.N. and Gergely, P. (Editors), "Proceedings of the Workshops on Seismic Performance of Existing Buildings (3 volumes – May 1983, July 1984 and May 1985)", Department of Structural Engineering, Cornell University.

(S. Okamoto)

3.5 Land Use Program for Controlling Natural Hazard Effects

(1) Task Committee E

The scope and activity of the Task Committee E can be understood from the Task Committee Report at the 8th Joint Meeting. The Task Committee E was originally designated as "Task Committee for Land Use Program for Controlling Natural Hazard Effects", and was planned in view of controlling wind and seismic effects to undertake (1) extension of cooperation for research on land use program, (2) exchange of technical information and literature on land use, and (3) exchange of experts in the field of objectives of Task Committee E. For such purpose, Task Committee E was scheduled to perform:

- Improvement of seismic risk analyses procedure.
- Application of microzonation to seismic risk analysis.
- Seismic risk map.
- Social and economical aspects of land use program.

It was also understood that the cooperative study for controlling seismic effect be undertaken during 1976 and 1980, and that initiation of the study for controlling wind effect should be considered at an appropriate time.

As the activities increased, covering broad aspects of cooperation between two countries, the name of Task Committee E was revised at the 18th Joint Meeting, May, 1986, to "Natural Hazard Assessment and Mitigation through Land Use Programs" so that it better represents the scope and objectives of Task Committee E. The main purpose of programs in Task Committee E include:

- Evaluation of seismic hazard and mapping procedures.
- Evaluation of damage potential of structures, soil liquefaction potential and tsunami hazard.
- Seismic response characteristics under various ground and topographic conditions.
- Planning methodologies for earthquake disaster mitigation in large populated cities.
- Evaluation of socio-economic losses from earthquake disasters.

(2) Main Accomplishments

Task Committee E has made many contributions, including the exchange of technical information and experts of both countries, endorsement of coordinated research programs, etc. The main accomplishments are the following:

a) Exchange of Experts

In conjunction with activities of Task Committee E, Dr. Robin K. McGuire, U.S. Geological Survey, visited

Japan from January 18, 1977, to January 21, 1977, for the purpose of discussing land use programs.

Mr. Tadayuki Tazaki, senior research engineer of the Public Works Research Institute, made a study on the effectiveness of land use programs for controlling natural hazard effects from social and economic points of view¹⁾. He stayed at the University of California, Los Angeles for one year from January, 1979, to January 1980.

A delegation from the U.S. visited Japan during 1983 to study countermeasure planning for the anticipated Tokai Earthquake of Japan. The visit was supported and assisted by Task Committee E, and the delegation's findings were reported to the 10th Joint Meeting by a representative of the Earthquake Engineering Research Institute.

Dr. John B. Scalzi, Dr. Kazuhiko Kawashima, and representatives of the Government of Shizuoka-ken, Messrs. Toshiro Sugiyama and Katsunori Imado, participated at the August, 1984, U.S.-Japan Workshop on "Urban Earthquake Hazards Reduction", which had as a main theme the Tokai Earthquake Hazard Reduction Program. The workshop was sponsored by the U.S. Earthquake Engineering Research Institute. Arrangement for the participation of the panel members as well as representatives of the Government of Shizuoka-ken were made under the auspices of the U.J.N.R.

b) Exchange of Technical Information

Task Committee E has been exchanging technical information related to land use programs for controlling natural hazard effects through the presentation of two to four papers, on an arranged basis, at each joint meeting and also through discussions for coordinated as well as future research programs and accomplishments, including publications.

Furthermore, the following technical information has been exchanged:

- i) The report on "The Anticipated Tokai Earthquake"²⁾, published in June, 1984, by the U.S. Earthquake Engineering Research Institute, was distributed to Task Committee E members.
- ii) The report on "Urban Earthquake Hazards Reduction"³⁾, published in July 1985 by the U.S. Earthquake Engineering Research Institute, was distributed to Task Committee E members.
- iii) The Japanese chairman provided the U.S. chairman in September, 1987, twelve papers and reports on natural hazard assessment and mitigation through land use programs published by National Research Center for Disaster Prevention (NRCDP), Geographical Survey Institute (GSI), Public Works Research Institute (PWRI), Building Research Institute (BRI), and Port and Harbor Research Institute (PHRI).

(3) Future program

In view of the importance of technical cooperation on the subject of land use programs for controlling natural hazard effects, Task Committee E will continue its activities including exchange of relevant technical information and literature, execution of joint coordinated program and exchange of experts.

Aiming to hold a workshop on the occasion of 21st Joint Meeting of UJNR at Tsukuba in 1989, an outline of the projected workshop will be discussed at the Task Committee meeting of the 20th Joint Meeting in 1988.

[Reference]

- 1) T. Tazaki: The Current State of Research on Earthquake Disaster Mitigation in U.S.A., Civil Engineering Journal, Vol. 22-9, 1980
- 2) Earthquake Engineering Research Institute: The Anticipated Tokai Earthquake, 1984
- 3) Earthquake Engineering Research Center: Proc. of U.S.-Japan Workshop on Urban Earthquake Hazards Reduction, 1985

(K. Kawashima)

3.6 Disaster Prevention Methods for Lifeline Systems

(1) Activities of Task Committee (F) in the Past Two Decades

It is said that the word "Lifeline" was born from the severe damages to public works and utilities caused by the San Fernando Earthquake which occurred in the vicinity of Los Angeles in 1971.

"Disaster Prevention Methods for Lifeline Systems" was first adopted as a mutual interested theme at the 7th Joint Meeting of the Panel in 1975. As a matter of fact, pertinent information had been exchanged between the members before then; literature on earthquake resistant design standards, damage inspection methods and durability estimation methods for structures were exchanged through the channel of the Joint Meetings of the Panel, and papers were presented as well. For instance, papers on "Seismic Resistivity of Submerged Tunnels and Earthquake-resistant Design Standards for Underground Structures" were presented at the 4th and 5th Joint Meeting of the Panel, respectively.

(2) Purpose and Activity Plan

As both the U.S. and Japan have densely populated regions, traffic facilities, communication networks and other basic facilities are quite important for taking emergency measures to minimize the loss of lives and property caused by destructive earthquakes or strong wind which might affect social life seriously. Accordingly the task committee adopted the following resolutions at the 8th Joint Meeting of the Panel which set up Task Committee (F) on Disaster Prevention Methods for Lifeline Systems.

(a) Improvement of design and disaster prevention for lifeline facilities are important.

(b) "Lifeline" is defined here as important facilities in the case of taking emergency measures within 72 hours after disaster occurred, including bridges, banks, tunnels, slopes, pedestrian bridges, pipelines, water pipes, telephone lines, power sources transmission lines, water way and tidal gates, inland water for firefighting and minimum essential facilities of wharf. Excluded from the category by the Task Committee are buildings, relay facilities, electric power plants and buildings for waterworks.

The Task Committee has reached an agreement on a future program as follows at the 9th Joint Meeting:

(a) Exchange of information on design standards and guidelines shall be expanded to non-governmental authorities such as ASCE, JSCE and API, as well as by the governments.

(b) When each side makes new design standards or guidelines or revises current standard(s) on lifeline systems, the standards or the guidelines shall be exchanged promptly.

(c) Information on research programs and administrative systems concerned shall be exchanged.

At the 10th Joint Meeting in 1978, both sides agreed that co-chairmen will explore expansion of the work of the Task Committee by inviting additional agencies of their respective governments having lifeline responsibility to become involved. The Task Committee discussed coordination of the work with other task committees of the Panel and agreed that the Task Committee F will confine itself to those problems peculiar and unique to lifeline systems.

(3) Promotion of Cooperative Research

In 1978 the lifelines of the Sendai district were heavily damaged by Miyagi-ken-oki Earthquake and research needs for safety of lifeline systems increased all the more. Thus, at the 11th Joint Meeting in 1979, coordination effort of U.S.-Japan joint research on the safety of lifeline system and its components at every level of cooperation was emphasized.

Cooperative research was initiated through the formal exchange of technical experts between U.S. and Japan sides. Many papers on the earthquake resistivity of buried pipe have began to be presented at Joint Meetings, too.

The Task Committee discussed at the 13th Joint Meeting the establishment of a planning committee for the longer range planning of cooperative lifeline research. Both sides felt that the first priority for cooperative research should be given to bridge problems and strongly favored the need to establish a new task committee on transportation systems to further promote cooperative research. Later, a new task committee was established in 1981.

(4) Expansion of Research Activity

Studies on the development of assessment of damage and restoration methods for seismically damaged lifeline facilities were initiated in the fiscal year of 1981 by the Japan side. Investigation of gas and oil pipeline damage caused by large ground deformations, research on seismic performance of piping systems and so on were being carried out by the U.S. side and primarily sponsored by the National Science Foundation. These activities of the Task Committee were reported at the 14th Joint Meeting in 1982.

At the 15th Joint Meeting in 1983, the Japan side reported that much data related to San-Fernando earthquake was obtained by great cooperation of U.S. members for the ongoing studies on development of assessment of damage for seismically damaged lifeline facilities. U.S.-side reported that a Federal Government

Interagency Committee on Lifelines had been established and was actively conducting a survey to determine the extent of Federal Government responsibility for lifeline; a government-private sector workshop was planned for October, 1983.

As one means of the coordinating research to promote cooperation between U.S. and Japan through the UJNR Joint Meeting of the Panel, the Public Works Research Institute initiated a 10-year research project on seismic resistivity of lifeline facilities including buried pipeline in 1983 in Japan. For the first five years (1983 - 1987), research on seismic resistivity of reinforced concrete column-like structures, which have often been damaged by earthquakes in both countries, was conducted under the close cooperation with the U.S. National Bureau of Standards. Research on seismic resistivity of buried reinforced concrete pipeline has been carried out since 1987 with Columbia University, Princeton University, Old Dominion University and others.

Workshop on Lifeline Earthquake Engineering was held on May 14, 1984, at the Road Research Center, Fairbanks, with active participation by more than 20 experts from both countries. This first workshop was so fruitful that the second one, U.S.-Japan Workshop on Seismic Behavior of Buried Pipelines and Telecommunications Systems, was held on December 5-7, 1984, at the Public Works Research Institute, Tsukuba with the participation of more than 40 experts from both countries. The workshop identified specific research areas that are most suitable for future coordinated research between the U.S. and Japan.

From the Japan side as one of the research results, an outline of the Manual of Repair Methods for Civil Engineering Structures Damaged by Earthquakes (Draft) was introduced at the 18th Joint Meeting. The Ministry of Construction and PWRI authorized NSF for translation of the Manual into English and for distribution to the U.S. professional community.

Reports of a number of research projects dealing with lifeline earthquake engineering and workshop proceedings have been exchanged through the UJNR channels. Interchange of experts in each special field to promote cooperative research studies between the U.S. side and the Japan side has become more active.

(5) Future prospects

The Task Committee will facilitate the continued exchange for technical information and cooperation in research on specialized problems listed as follows:

- (a) Survey reports of seismic damage to lifeline systems and seismic observation results.
- (b) Seismic design procedures for lifeline systems.
- (c) Procedures and instrumentation to detect and inspect damage and the behavior of lifeline structures during earthquakes.
- (d) Repair and retrofit methodology for lifeline systems.
- (e) Estimation of reliability of lifelines.
- (f) Management and public education on the importance of lifeline systems.
- (g) Investigation of needs for large-scale testing of lifeline systems.

For the time being, it is recommended to continue U.S.-Japan coordinated research projects on field observation and analyses on seismic behavior of buried pipelines, experiments and analyses on dynamic characteristics of joint behavior, effects of soil liquefaction on buried pipes, soil-buried pipes interaction, seismic reliability of lifeline systems, and seismic design methods.

Also encouraged is an expanded effort to promote participation of experts in charge of research and development of lifeline earthquake engineering, especially by those from private companies and public utility enterprises, along with strengthening contact between all persons concerned. From this point of view, it is important to establish the planning Committee on Lifelines in each country which was agreed to at the 14th UJNR Joint Meeting and which has been postponed because of some difficulty implementing the proposal experienced by both sides.

Papers on current research presented at the Joint Meetings are a small part of the fruits of research and development by both sides. Therefore, it is also significant and beneficial to hold workshops with participation of experts to discuss lifeline earthquake engineering. Holding expended workshops in the future with co-operation of organizations concerned under the auspices of the Panel will be discussed.

(O. Ueda)

3.7 Wind Characteristics and Structural Response

(1) Introduction

Since the establishment of the Panel, wind effect on structures has been one of major themes. A great amount of reports have been presented and technical information has been exchanged on basic wind characteristics, wind tunnel testing methods, field observation, survey of damage due to strong wind, response of structures against wind, structural design codes and so on since the 1st Joint Panel Meeting.

At the 8th Joint Panel Meeting in 1976, Task Committee G, "Strong Wind Records" was established. The Task Committee was scheduled to carry out the following items.

(a) Exchange of strong wind data, including performance characteristics of anemometers and processing methods.

(b) Exchange of information with regard to automatic observation system of wind at full-scale buildings and structures.

(c) Promotion of researches on effects of strong wind on structures.

(d) Exchange of data of wind pressure acting on low-rise buildings and structures, and data of vertical wind profile in the atmospheric boundary layer.

(e) Standardization of wind tunnel testing methods in turbulent flow.

At the 12th Joint Panel Meeting in 1980, the name of the Task Committee G was revised to "Wind Characteristics and Structural Response" and the number of the U.S. members were increased in order to broaden and expand the activity of the Task Committee. At present, the aims of the Task Committee G are as

follows:

(a) Exchange observations and records of high wind data (including remote-sensing reports, i.e., aircraft, satellite) available from the respective national meteorological services and special observation sites.

(b) Encourage the exchange of actual wind observations in appropriate format.

(c) Exchange available specialized high wind data sets and wind pressure sets. The information may include surface meteorological data sets and data sets at other levels. Documentation of instrument characteristics, exposure, and elevation above ground may be included.

(d) Encourage the establishment of standard methods for the simulation of boundary layers in wind tunnels, the promotion of data exchange of boundary layer wind observations, and the exchange of information on methods of measurement and determination of structural response. Where possible, promote exchange of meteorologists, engineers and available research facilities.

(e) Encourage the interaction between meteorologists and engineers to identify the types of wind data required for future use in establishing extreme wind distributions; in determining wind loadings on structures; in understanding the urban wind climate; and in considering structural design issues in the wind generation of energy.

(2) Main Accomplishments

1) Exchange of Technical Information

About one hundred and twenty papers have been presented at the Joint Meetings in relation to strong wind and structural response since the 1st Joint Meeting.

The contents of the papers are classified into structure and characteristics of strong wind, wind-induced response of buildings and structures, survey of damage and the others.

Since design wind speed is one of fundamental subjects in wind engineering, studies have been carried out on estimation of expected value of strong wind speed and multi-regressive analysis of strong wind taking into account of local topographical conditions. These studies resulted in wind speed maps which are convenient for structural design.

Strong wind are mostly caused by typhoons, hurricanes and tornados. The characteristics of the strong wind and damages due to these phenomena were reported. Especially, a lot of reports have been presented by the U.S. side on the detailed characteristics of hurricanes which attacked the U.S. In Japan, severe typhoons attacked Hachijo Is. in October, 1975 and Okinoerabu Is. in September, 1977. Surveys of damage were conducted by the Japanese Panel organizations and the results were presented.

Field observation has been conducted to study spatial structure of wind and vertical wind profile. The Meteorological Research Institute set an observation tower in Tsukuba and an observation station near seashore in Kashima. The National Research Center for Disaster Prevention also set an observation station at sea in Hiratsuka. The wind data observed at these stations were analysed and reported at the Joint Panel Meetings. Recently, the characteristics of turbulence of natural

wind have been studied by many researchers in relation to wind-resistant design.

Regarding wind effects on buildings, wind-resistant design codes for buildings in both countries were introduced at the 1st Joint Meeting, and information on state of the art were exchanged in the early stage. The papers presented at the Joint Meetings have dealt with various topics, such as observation of wind pressure acting on wall of full-scale buildings, wind loads on cladding of buildings, similarity law of wind tunnel testing on wind force on buildings, wind characteristics near the ground surface around high-rise buildings, local wind pressure on buildings, prediction method of wind-induced response of high-rise buildings, wind-induced damages, wind-induced response of high-rise steel towers, wind forces on solar heater, structure of tornados and prediction method of damages caused by tornados, wind-resistant design method of window glass, wind-resistant design method of cladding of houses, and so on.

Activities on wind effects on bridges, which are described in details in 3.10, are outlined here. In Japan, researches regarding the Honshu-Shikoku Bridges Project started in 1960's. Study on the wind-resistant design of bridges has been one of the important researches. In the U.S., study on wind effects on bridges has been also important in view points of construction of cable-stayed bridges and maintenance of existing suspension bridges. Under these circumstances, wind tunnel testing, theoretical study and field observation concerning wind-induced vibrations of cable-stayed and suspension bridges have been reported in the Joint Meetings. Recently, wind tunnel tests in the simulated turbulent flow have been conducted in many institutes. The method of flow simulation and the comparison among wind tunnel testing, field observation and theoretical prediction have been discussed in the Joint Meetings.

2) Exchange of Strong Wind Records

Strong wind records as well as strong earthquake records are important data in engineering point of view. The exchange of the data between Japan and the U.S. was proposed in the early stage of the activities in Joint Meeting. So far, wind data at the observation tower of the Meteorological Research Institute in Tsukuba, Japan and hurricane data in the U.S. have been exchanged through the Task Committee.

3) Exchange of Personnel

Dr. R.D. Marshall of the NBS stayed in the PWRI from September to December, 1982 to make a cooperative research on wind-induced vibrations using the wind tunnel of the PWRI. The results were presented in the Joint Meeting. During his stay in Japan, he examined wind tunnel facilities in Japan with assistance of the Japanese members. The results were reported in J. of Structural Engineering, A.S.C.E.¹⁾

(3) Future Activities

So far, main activities of the Task Committee have been exchanges of information and literature, which were beneficial to both countries and shall be continued. There still remains, however, many and important subjects to be studied. The Task Committee G recognizes that the following subjects are important

in view points of social needs relevant to the Task Committee G.

a. Comparison of wind resistant design methods of structures between both countries.

b. Comparative wind tunnel testing between both countries using a common model to establish rational wind tunnel testing method.

c. Comparison of codes and practices of wind resistant design of bridges between both countries.

d. Study on indoor pressure of buildings with large indoor space.

e. Development of control techniques of wind-induced responses of high-rise buildings.

f. Evaluation of effects of material deterioration on wind-induced responses.

g. Accumulation of strong wind data in coastal area.

Therefore, the Task Committee G shall carry out the following items as the future activities.

(a) Exchange observation reports of high winds.

(b) Encourage interaction between meteorologists and engineers to identify the types of wind data required for future use in establishing extreme wind distributions; in determining wind loading on buildings and structures; in understanding the urban wind climate; and in considering design issues involved with the wind generation of energy.

(c) Encourage the establishment of minimum requirements for the simulation of atmospheric boundary layers in wind tunnels and the exchange of boundary layer wind tunnel test results, including comparisons with corresponding full-scale situations.

(d) Exchange information on criteria, techniques and instrumentation for structural modeling in boundary layer wind tunnels. Also encourage the exchange of information of measurements made on actual structures and on comparisons with predictions from wind tunnel studies of these structures.

(e) Expand the exchange of engineers and meteorologists, and encourage the mutual use of available research facilities in the two countries.

(f) Encourage the development of work plans for the pursuit of the research subjects listed above.

(g) Plan a workshop in the coming year, with details to be worked out between the respective U.S. and Japanese Task Committee chairmen.

[Reference]

1. R.D. Marshall: Wind Tunnel Applied to Wind Engineering in Japan, J. Structural Engineering, Vol.110, No.6, June, 1984.

3.8 Soil Behavior and Stability during Earthquakes

(1) Accomplishment in the Past Two Decades

1) Introduction (K. Kurashige, T. Murota)

It was adopted to establish Task Committee (H) which is to deal with the soil liquefaction, slope failure and ground subsidence during earthquakes, at the 8th Joint Meeting of the Panel, held in May, 1976.

Although the above mentioned phenomena are parts of main causes of destructive seismic damage, the study on soil behavior and stability during earthquakes is the

field which has a comparatively young history in earthquake engineering. As both of the U.S. and Japan are interested in this field, information including seismic design standards for embankment and foundations for structures have been exchanged actively since the first Joint Meeting of this Panel.

This chapter describes briefly the accomplishments by the Panel during the past two decades along with the objectives of Task Committee (H).

2) Exchanged Materials

Over one hundred submitted papers for the Joint Meetings which have accumulated concern the technical field of Task Committee (H) since the 1st to 19th Joint Meeting of the Panel.

Dynamic soil property, interesting from practical engineering view point, may be classified into following three categories: [1] dynamic deformation characteristics of soils, the non-linear stress-strain relationships of soils under dynamic loading conditions; [2] dynamic strength characteristics, represented by the soil liquefaction; and [3] permanent deformation of soils induced by earthquakes.

Twenty years ago when the Panel began to take the first step, the dynamic deformation characteristics were seldom compiled into the design chart for practical purpose; papers on above mentioned [1] appeared in the past Joint Meetings for rationalizing the ground response analysis during earthquakes. As for [2] mentioned above, active studies in both countries have been conducted, especially since the establishment of Task Committee (H), and contributed to the progress of this field, as shown by an example of the rationalization of data base for the soil liquefaction evaluation based on the U.S.-Japan joint research. Recently, papers on [3] mentioned above have begun to be submitted to the Joint Meeting along with progress of the analytical technique and the advance in the soil dynamics.

In order to grasp the accomplishments of the Panel in the field of soil behavior and stability during earthquakes through the exchanged materials: submitted papers during these twenty years may be classified as follows if arranged by their main subjects:

- 1) introduction of seismic design standards on embankment, foundation ground and foundations.
- 2) introduction of dynamic soil testing equipment.
- 3) introduction of soil liquefaction test and evaluation technique.
- 4) introduction of dynamic analysis technique of embankment, foundation ground and foundations.
- 5) description on the actual behavior and damage of embankment, foundation ground and foundations during earthquakes.
- 6) introduction about the countermeasures against soil liquefaction.

Most of the introduction information is gathered from the research and practical experience gained individually in both countries. It is essential for mutual understanding that over one hundred papers covering above mentioned subjects have been exchanged. Adding to the submitted papers, related documents and ma-

terials in this field published from member organizations in both countries have been exchanged through the channel of the Panel.

3) Personnel Exchange

In these two decades, there occurred several damaging earthquakes in both countries such as San Fernando Earthquake of 1971, Izu-Oshima Kinkai Earthquake of 1978, Miyagiken-Oki Earthquake of 1978, Nihonkai-Chubu Earthquake of 1983, and the Naganoken-Seibu Earthquake of 1984; many important lessons have been learned from these earthquakes. During field study of the damage induced by these earthquakes, each side gave assistance and/or cooperation for the dispatched mission from the other side under the auspices of the Panel. This kind of support is considered to be indispensable to conduct the efficient study in the confused field just after the earthquakes.

Researchers, engineers and scientists of both sides have stayed on the counter part side for periods from one month to one year as visiting researchers. By joining the on-going projects of the counterpart side, mutual understandings between both side engineers and scientist have been promoted in depth.

Furthermore, it should be noted that the cooperative joint research activities on soil liquefaction were conducted and joint workshops on soil liquefaction were held. Fourteen researchers and engineers from U.S. side and ten researchers and engineers from Japan participated in the U.S.-Japan Workshop on In-Situ Soil Testing for Evaluation of the Soil Liquefaction Susceptibility which was held in San Francisco, California in August, 1985. And in conjunction with the 20th Joint Meeting in May, 1988, the U.S.-Japan Workshop on Remedial Measures for the Liquefiable Ground was just held in Jackson, Wyoming.

4) U.S.-Japan Joint Research on In-Situ Testing for Soil Liquefaction Assessment.

Soil liquefaction, paid careful attention to by engineers after the Niigata Earthquake and the Alaska Earthquake of 1964, may cause destructive damage to structures and large scale slope failure or land slide during earthquakes. That is why it is urgent to develop effective countermeasures against soil liquefaction.

Obviously, in order to mitigate the damage due to the soil liquefaction, it is exclusively important to establish the evaluation technique of ground liquefaction susceptibility and to pursue the rationality in practical application of this evaluating method. Case studies of past damage caused by the soil liquefaction may play an important role in judging whether the proposed method of soil liquefaction estimation is rational or not. Therefore, the soil condition at the sites must be expressed in a universal way obtained by the method which can give the universal soil parameter whenever or wherever in the world it is conducted. However, some discrepancy in the standard penetration testing (SPT) method, which is widely used in both countries to investigate the soil liquefaction potential, was noticed. And it was pointed out that it should be clarified whether the blow counts (N) of SPT obtained by methods in both countries can be universal for the same soil condition or not.

The task committee agreed at the 10th Joint Meeting of the Panel held in May, 1978 to attempt to exchange boring data, field crew and equipment in order to establish uniformity of SPT as conducted in Japan and the U.S. Since then comparative research works have been continued through exchanging technical reports between the concerned Panel members of both sides.

In 1983, the National Bureau of Standards and the Bureau of Reclamation finally funded this cooperative research, and Dr. W.D. Kovacs (NBS) and Mr. J.A. Farrar (BR) visited Japan with field crew and equipment in order to perform The SPT jointly with engineers of The Public Works Research Institute at the sites where the liquefaction apparently took place during past earthquakes. The N values which were obtained by the popular manners of both the U.S. and Japan were compared.

The objective of this cooperative research is to better define the data base linking in-situ measurements with the evaluation of liquefaction, including the acquisition of calibrated SPT data by energy measurement and reevaluation of the data base for the SPT design curves.

It was concluded by this cooperative research that;

- 1) energy ratio is independent of blow count as found by Schmertman and Robertson, et al.
- 2) energy ratio by the Japanese practice is less scattered than data from the U.S. practice.
- 3) blow count for JIS sampler is larger than that for ASTM sampler when normalized for the same energy.
- 4) from the fact stated above it is concluded that blow count by the Japanese practice is nearly equal to that by the U.S. practice when normalized for the same energy level.

These findings obtained by the cooperative research have contributed to promote the better understanding of the in-situ test results for liquefaction analysis in both countries.

(2) Future Challenges

Although considerable accomplishment on the subject of liquefaction evaluation has been achieved, however, as for other subjects such as slope failure and ground subsidence during earthquakes, which were designated when the task committee was established, not enough is considered to have been achieved.

It is necessary to promote actively the technology to mitigate slope failure, embankment instability and ground subsidence during earthquakes in the future.

The urgent problems to be solved concerning the soil behavior and stability during earthquakes include: 1) seismic stability of the ground on which structures (including buried structures) are founded, 2) seismic stability and/or permanent deformation of embankment and natural slopes, and 3) interaction between ground and substructures of bridges or buildings.

Following are examples to be solved commonly in both countries relating to soil behavior and stability during earthquakes:

- 1) Developing a universal in-situ testing method for evaluation of liquefaction susceptibility, including for gravelly soils and soils with abundant fines content.
- 2) Developing a design standard for remedial meas-

ures of the ground which is susceptible to liquefy.

3) Developing a prediction method of stability and permanent deformation of embankment and natural slopes during earthquakes and its countermeasures.

4) Developing a prediction method of ground and foundation subsidence during earthquakes.

5) Elucidation of the seismic effect on the retaining wall and semi-buried concrete structures and development of measures for their seismic stability.

6) Developing remedial measures for the existing embankment and foundations to gain their seismic stability.

7) Acquiring the actual response data of embankment dams during earthquakes.

8) Progress on the centrifuge testing technique and shaking table testing technique.

(Y. Sasaki)

3.9 Storm Surge and Tsunami

(1) Introduction

Storm surge and tsunami are natural phenomena caused by wind and earthquake, respectively. Many lives have been lost and many facilities located along the shoreline damaged due to these phenomena. Some reports on storm surge and tsunami have been presented intermittently at an initial stage of the Joint Meeting. However, in order to strengthen this part of study, "Storm Surge and Tsunami" was adopted as one of the activities of the Panel. At the 11th Joint Meeting in September, 1979, the Task Committee on "Storm Surge and Tsunami", named by Task Committee (I), was officially initiated, and the first task committee was held at the 12th Joint Meeting. At the early stage of the activities on storm surge and tsunami, information on their forecasting method, countermeasures and warning system were mutually exchanged. In 1983, a U.S.-Japan Tsunami Workshop was held, including university researchers, and extensive discussions were conducted on fundamental study, numerical simulation method and countermeasures.

(2) Activities of Task Committee

This Task Committee was initiated in September, 1979. The first meeting was held in May, 1980, and in this meeting, future plans were adopted.

Storm surge and tsunami have caused severe injury and damaged properties in the U.S. and Japan, as well as in other areas where such geophysical phenomena have occurred. It is apparent that storm surge and tsunami are caused by wind and earthquake, respectively, and therefore the adoption of these themes for the study topic in the Joint Meeting is considered to be suitable.

The Task Committee should be engaged in exchange of the information with respect to publications, data of damages and protection method regarding storm surge and tsunami.

The Task Committee should consider the following study plans:

- 1) The information on storm surge models for forecasting, planning and warning system will be exchanged. This information includes type of

models, programs, actual data for verification and actual value of coefficients in the model. Contacts between researchers are considered as a part of the exchanges of information.

- 2) The development of a storm surge forecasting model will be promoted. The generation of storm surge mainly depends on the effect of atmospheric pressure, so that a storm surge model should be connected with the atmospheric pressure model.

The activities up to the present have been conducted based on the above mentioned guiding principles. However, at the task committee in 1981 the differences in the objectives of the study between Japan and U.S. sides was pointed out.

Publications of U.S. National Hurricane Center, Miami, have been circulated among the Japanese members. Differences in the major objectives of research activities in the U.S. and Japan are noted: the former works emphasize the field of real-time forecasting of storm surges, whereas the latter emphasizes the planning and execution of coastal protection works against storm surges and tsunamis.

In 1982 the Task Committee recommended that a U.S.-Japan tsunami workshop should be organized to:

- 1) describe current research in each country,
- 2) discuss problems tractable with today's knowledge and technology including observations and verification of theory,
- 3) explore ways and means of increasing U.S.-Japan cooperation in tsunami research and technology transfer, and
- 4) explore ways of exchanging tsunami data between the U.S., Japan and other disaster prone areas.

The U.S.-Japan Tsunami Workshop was held on May 12 and 13, 1983 at the Public Works Research Institute, Tsukuba, with 13 U.S. participants and 19 Japanese participants. The workshop was held in conjunction with the 15th Joint Meeting. A total of 25 presentations and subsequent discussions were made on broad topics of:

- ① Tsunami behavior in coastal water and on land,
- ② Nonlinear problems of tsunami,
- ③ Mesh consideration in numerical work,
- ④ Finite difference vs. finite element methods,
- ⑤ Tsunami protective measures in Japan and U.S.

Following the Tsunami Workshop, a study tour to a tsunami protection facility in Kamaishi Port and tsunami research facility of Tohoku University was arranged for U.S. participants. Discussions with both research engineers and civil authorities provided the workshop participants with a unique and valuable insight into the immediate nature of the tsunami problems. As one of the results of the U.S.-Japan Joint Tsunami Workshop (1983), the National Science Foundation (U.S.) has funded an exchange program between Tohoku University and Texas A&M University. In May 1984, Dr. Goto from Tohoku University began a six-week visit to Texas A&M University. Exchange of information on tsunami was also enhanced by the Joint Tsunami Workshop. For instance, Japanese scientists sent U.S. members a package of 42 photographs of Japanese tsunami effects.

A few days after the 15th Joint Meeting in 1983, the Nihonkai-Chubu Earthquake occurred, and a tsunami

caused by this earthquake occurred along the coastline in Tohoku district along the Japan Sea side. Lives of around 100 people were lost and many properties were damaged due to this tsunami. After this tsunami, Japanese members of the Task Committee extensively investigated the features of this tsunami and damages due to this tsunami. The results of these investigations were disclosed to U.S. members in 1984. At this time, the U.S. side proposed to send some reports on storm surge prediction to the Japan side.

At the task committee meeting in 1985, various studies on the Nihonkai-Chubu Earthquake Tsunami were presented and information about storm surge and the tsunami was exchanged. The U.S. side (NOAA) supplied the Japan side (MRI) with digital records of Tsunami affecting Japan. MRI examined the records and indentified the differences with their data. The U.S. side (NOAA) made the necessary adjustments to conform with the Japanese information. Furthermore, the U.S. side (NOAA) provided the Japan side (MRI) with the Pacific Ocean Bathymetry Data Base. The data base was used in modeling tsunami and in producing tsunami propagation charts. Japan side (MRI) reported the result at 19th Joint Meeting in 1987.

There are many practical problems to be solved on forecasting, warning system and countermeasures, although the studies on the dynamics and numerical method have been advanced considerably in the basic study. Particularly, it is important to collect and exchange information on storm surge and tsunami in order to develop a practical forecasting system; the Task Committee has extensively conducted the exchange of information between U.S. and Japan sides.

(3) Presentation

Thirty-three papers have been presented at the joint meetings in 10 years. These are divided into eight categories as shown in Table 1 according to the subject of research.

TABLE 1 SUBJECTS IN PRESENTATIONS

SUBJECT	NUMBER OF REPORTS
STATE OF ART	5
CASE STUDY	8
DATA BASE	3
WARNING SYSTEM	4
FORECASTING METHOD	7
COUNTERMEASURE	3
DISASTER	3
BASIC STUDY	5

All subjects included in a presentation are counted. The most frequently presented subject is the investigation of storm surges and tsunamis. The next most frequent is on forecasting method. As for the difference between U.S. and Japan, many reports of Japan side are on the investigation of actual phenomena, damage and countermeasure, whereas those of U.S. side are on the forecasting method, warning system and data base.

(4) Future prospects

The Task Committee on Storm Surge and Tsunami as main themes will continue to support the arrangement and development of accurate storm surge and tsunami data base using exchanged data between the U.S. and Japan, along with supporting communication among researchers. These works will contribute to following two subjects:

1 Establishment of forecasting and warning systems for storm surges and tsunamis

The first purpose of this subject is to develop a method and to solve the problem of forecasting the occurrence and propagation of the storm surges and tsunamis. The second purpose is to establish available forecasting and warning systems.

2 Planning of countermeasures

Effective and available countermeasures to prevent disasters due to the storm surges and tsunamis will be investigated considering the warning system.

(T. Uda)

3.10 Wind and Earthquake Engineering for Transportation Systems

(1) Introduction

The 13th Joint Meeting, held from May 19 to 22, 1981, at the Public Works Research Institute, Tsukuba, agreed that a new task committee should be created to take up the subject of wind and earthquake engineering for transportation systems, which would further promote research cooperation in this area between the United States and Japan.

In view of the wide range of wind-and-earthquake engineering technology for transportation facilities, the Task Committee was to initially confine its research to problems in earthquake engineering, and in the future expand its studies to include research on the effects of wind and earthquakes on transportation facilities.

The principal aims of the Task Committee have been to conduct cooperative research on subjects of common concern to the two countries and to periodically exchange data.

The Committee has met annually since 1982 to exchange information and conduct successive discussions on bridge workshops, U.S.—Japanese cooperative programs, and its own future plans.

Studies on wind and earthquake engineering for transportation systems during the past 20 years have primarily dealt with wind-and-earthquake-resistant designs for highway bridges.

(2) Exchange of research data

During the past two decades, 57 reports were given at joint meetings, while the number of people involved in preparations totaled about 200.

At the first joint meeting (1969) a report was made on "wind-resistant and earthquake-resistant design specifications for highway bridges in Japan", which described the present state of Japanese highway bridges and design standards, including those for wind-and-earthquake

resistance.

At that time, Honshu-Shikoku Bridges, one of the largest-scale projects in Japan, were still under consideration in a comparative study of five possible bridge routes. But at the first meeting in 1969 a report was presented on the "guidelines for wind-and-earthquake design for the Honshu-Shikoku Bridges", prepared in 1967 by the Japan Society of Civil Engineers.

These guidelines, however, were repeatedly revised in subsequent years in accordance with the results of research and the progress of work. At the joint meetings, basic concepts for the revision were introduced and outlines of Volume 5 (Earthquake-Resistant Design) of the Specifications for Highway Bridges, and final versions of wind-resistant design specifications and earthquake-resistant design specifications for the Honshu-Shikoku Bridges, were reported.

Research reports on the wind-resistant designs of long-span suspension bridges were presented. Kanmon Bridge, for which construction began in 1968, is the second full-scale, long-span suspension bridge in Japan after Wakato Bridge. The wind-resistant design of Kanmon Bridge and the observation system for the bridge's response to strong winds were reported. Research on the aerodynamic characteristics of long-span suspension bridges focused on gust response and aerodynamic instability of suspended structures with stiffening trusses and stiffening box girders in relation to design.

It is said that the first cable-stayed bridge ever constructed in Japan is Katsuse Bridge (180 meters), built in 1959. Full-length of bridges of this type that are over 200 meters in length, such as Onomichi Bridge (1968) and Toyosato Bridge (1970), have also been built. Cable-stayed bridges and their aerodynamic wind-resistant design were reported, including the present status of plans to build cable-stayed bridges, problems in their wind-resistant design, aeolian vibrations and examples of ways to suppress them, and plans for aerodynamic tests. Also presented was the wind-resistant design of Suehiro Bridge.

The aerodynamic stability of multi-and long-span bridges with steel box girders, that had previously received little attention was presented with a report on the aerodynamic design of the Tozaki Viaduct and a report on the aerodynamic characteristics of box-girder bridges in turbulent flow.

The first report on Substructures was made at the 3rd meeting (1971), specifically on the vibrational characteristics of the foundation of Kanmon Bridge, followed by a reports on structural characteristics of pile and sheet pile foundation against horizontal forces, seismic stability of the multi-pillar foundation used in the Honshu-Shikoku Bridge and the lateral resistance of piles in a sloped foundation.

Reports were presented on the response of reinforced-concrete piers to earthquakes at the 16th through the 19th Joint Meetings on model experiments on the dynamic behavior of reinforced-concrete bridge pier columns with repeated loads. Reports on research concerning the load endurance of concrete-filled steel tubes, originally developed as a type of bridge pier with high ductility, were presented, too.

A report on the Miyagi Offshore Earthquake (June 12, 1978) that devastated highway bridges was sub-

(3) Bridge workshops

At the 1983 Task Committee meeting, it was decided to organize a U.S.-Japanese bridge workshop. The first workshop was subsequently held from February 20 to 22, 1984, at the Public Works Research Institute, Tsukuba. Its focus concentrated on such earthquake-related highway bridge topics as design standards, design earthquake motion, and bridge response. Fourteen Americans and 31 Japanese participated, with the latter presenting 20 papers.

The second workshop was held from August 19 to 22, 1985, in San Francisco. Twelve Japanese and 13 Americans attended. Reports presented detailed research on the safety of suspension and suspended-span bridges against wind, laboratory experiments on the behavior of reinforced concrete bridge tower legs during earthquakes, repair of bridge structures affected by earthquakes, etc.

The third bridge workshop, held on May 8 and 9, 1987 in Tsukuba, was attended by 33 Japanese and 14 Americans. They exchanged data on such subjects as the dynamic analysis of cable-stayed bridges, the reliability of bridge designs, seismic design of highway bridges and design earthquake motion, repair and retrofitting of existing bridges, the safety of suspension and cable-stayed bridges against wind, seismic design of highway bridges, seismic characteristics of reinforced-concrete bridge piers, and diaphragm wall foundations. In addition, they discussed programs for which cooperation was believed possible.

(4) Exchange of researchers

Dr. Eiichi Kuribayashi visited the United States in 1981 to discuss future cooperation in research on the response and behavior of bridges during earthquakes. Ryoji Hagiwara of Public Works Research Institute, MOC was in the United States for six months from February 1983 to participate in joint research work for a large-scale experimental project on reinforced concrete bridge piers to be conducted by the National Bureau of Standards.

In 1985, Dr. Hirohiko Tada, the Japanese co-chairman of the task committee, spent about one month in the United States, visiting a number of U.S. institutions. In 1986, Kouichi Minosaku of Public Works Research Institute, MOC was assigned to the Center for Building Technology (NBS), participating in a joint study concerning the seismic capabilities of bridge piers and towers.

(5) U.S.-Japan cooperative research program

This program began in 1983 with studies on the seismic capabilities of bridge piers and towers. The research has included dynamic repeated loading experiments on reinforced concrete bridge piers, model experiments on damage to reinforced concrete bridge piers, experiments on concrete bridge piers and small-scale models, and studies into the behaviour of concrete-filled steel pipes.

(6) Future plan

As for future projects, it is hoped that the joint study program concerning the seismic capabilities of bridge piers and towers, underway since 1983, will be continued under even closer cooperation. In particular, we will promote research through cooperative experiments, with the interim exchange of views on their results.

Another project will be joint research on suspension and suspended-span bridge responses to earthquake and wind. We will conduct joint wind-tunnel experiments at related facilities to compare or evaluate methods involved and at the same time to carry out exchange of researchers.

Also, we will conduct joint research to compare seismic design standards in use by our two countries. This will involve first selecting a number of bridges designed and built in each that the other can then conduct earthquake tests on, applying its own standards. This comparison of our respective seismic design standards for the same bridges will bring to light similarities and differences between them and also identify other areas of mutual interest, thus contributing to even greater research interchange. Furthermore, we hope to stimulate joint study programs on a broad range of issues including means of reducing and preventing wind and earthquake damage to existing bridges as well as promote cooperative research efforts on ways to retrofit and strengthen them.

As we have seen, research on numerous issues in wind and earthquake engineering technology will benefit from the exchange of research data, researchers and joint studies. All such activities will require enhanced efforts under close cooperation between the United States and Japan.

(H. Shinohara)

4. Acknowledgements

This U.S.-Japan Panel on Wind and Seismic Effects, UJNR has continued to function well as long as two decades. The Panel has exchanged technical information and personnel, conducted U.S.-Japan cooperative researches and held workshops and seminars during that time. A great amount of accomplishments have been produced through the Panel activity, and they have contributed to develop the technology for mitigating natural disasters in both countries.

The Panel has been highly evaluated at the UJNR Plenary Meetings as one of the most active Panels in 17 UJNR Panels. The accomplishments depend upon not only understandings and aids of International Affairs Division of the Agency of Science and Technology, which is in charge of UJNR in Japan, enthusiasm and leaderships of chairmen of the U.S. Panel, Dr. E. Pfrang and Dr. R. N. Wright and of the Japan Panel, Drs. M. Fukuoka, S. Ibukiyama, M. Nagao, K. Kawakami, K. Ichihara, K. Nakazawa, Y. Sakagami, T. Okubo, R. Iida, M. Tominaga, S. Kamiyo but also efforts made by all members of the Panel. The efforts and co-operation of these people during the two decades are gratefully acknowledged.

Finally, thanks are also extended to the Task Committee chairmen and the secretaries who supported Preparing this paper.

1. Joint Research Activities

- 1978 May: 2nd Committee for the Joint Research Program on Large-scale Testing of Structures, San Francisco
 Dec: 3rd Committee for the Joint Research Program on Large-scale Testing of Structures, Tokyo
- 1979 Jul: 4th Committee for the Joint Research Program on Large-scale Testing of Structures, San Francisco
- 1980 May: 1st Seminar on Repair and Retrofit of Structures, Los Angeles
- 1981 May: 2nd Seminar on Repair and Retrofit of Structures, Tsukuba
- 1982 May: 3rd Seminar on Repair and Retrofit of Structures for Earthquake Resistance, San Francisco
 Sep-Dec: Joint Program on Evaluation of Japanese state-of-art of wind tunnel applications to industrial aerodynamics research
- 1983 May: 1st U.S. Japan Joint Workshop on Evaluation of Performance of Existing Buildings, Tsukuba
 May: 1st Joint Workshop on Storm Surge and Tsunami, Tsukuba
 Nov: Joint Research Program on In-Situ Testing Methods for Determining Soil Liquefaction Potential
- 1984 Feb: 1st Workshop on Bridge Structures, Tsukuba
 Mar: 1st Workshop on U.S. Japan Masonry Program, Tsukuba
 May: 1st Workshop on Life Line Systems, Washington
 Jul: 2nd Workshop on Evaluation of Performance of Existing Buildings, San Francisco
 Aug: Joint Research Program on Large-Scale Testing of Multi-Story Structures. Results presented at the 8th World Conference on Earthquake Engineering
 Aug: Joint Research Program on Large-Scale Testing of Steel Structures
 Dec: 2nd Joint Workshop on Seismic Behavior on Buried Pipelines and Telecommunication Systems, Tsukuba
- 1985 May: 3rd Workshop on Evaluation of Performance of Existing Buildings, Tokyo
 Aug: Joint Research Program on Large-Scale Testing of Masonry Structures; 1st Joint Technical Coordinating Committee, Tokyo
 Aug: 2nd Joint Workshop on Bridge Structures, San Francisco
 Aug: Joint Workshop on In-Situ Test Methods for Determination of Soil Liquefaction Potential, San Francisco
- 1986 Aug: Planning Conference on Disaster Prevention for Lifeline Systems held in conjunction with 3rd US National Conference on Earthquake Engineering, Charleston, South Carolina
- 1987 May: Workshop on Repair and Retrofit of Existing Structures, Tsukuba

- May: 3rd Workshop on Performance and Strengthening of Bridge Structures, Tsukuba
 Jul: Planning Conference on Evaluation of Seismic Resistance of Existing Buildings, Tokyo
 Aug: Workshop on Strong Motion Earthquake Recording, San Francisco
 Oct: 3rd Meeting of the Joint Technical Coordinating Committee on Masonry Structures Hokkaido

2. Researcher Exchanges

- 1978 Jun: B.R. Ellingwood, NBS, A.G. Brady, E.L. Harp, D.K. Keefer and C.M. Wentworth, USGS, C. Arnold, J.A. Blume, J.D. Cooper, H.H. Fowler and P.I. Yanev joint investigation of the Miyagiken-Oki Earthquake
 -79 Jul-Jul: T. Uwabe, PHRI*** guest researcher at WES performing research on earthquake engineering
- 1979 May-Aug: R.K. McGuire, USGS guest researcher at PWRI** performing research on the evaluation method of seismic risk
- 1980-81 Sep-Jul: J.K. Wight, U. of Michigan, guest researcher at BRI* performing joint large-scale testing program on reinforced concrete structures
- 1981 Jan-May: D. Rea, U. of California, guest researcher at BRI performing joint large-scale testing program on reinforced concrete structures
 May-Aug: L.R.L. Wang, U. of Oklahoma, guest researcher at PWRI performing research on aseismicity of Life-line System
 -82 Jul-Apr: H. Hiraishi, BRI, guest researcher at Portland Cement Association, Chicago performing joint large-scale testing program
 Aug: M. Watabe and Y. Yamanouchi, BRI, participating in the meeting of large-scale testing at San Francisco and Honolulu
- 1982 Jun-Aug: H. Krawinkler, U. of Stanford, guest researcher at BRI performing joint large-scale testing program on reinforced concrete structures
 Sep-Dec: R. Marshall, NBS, guest researcher at PWRI evaluating Japanese state-of-art wind tunnel applications to industrial aerodynamics research as part of the Joint Program on Wind Engineering, published "Wind Tunnels Applied to Wind Engineering in Japan" Journal ASCE Vol. 110, ST. 6, June 1984
 -83 Sep-Aug: D.A. Foutch, U. of Illinois, guest researcher at BRI performing joint large-scale testing program on steel structures
- 1983 Aug-Sep: R. Hagiwara, PWRI, performing research on large-scale concrete columns under seismic forces
 Aug-Dec: C.W. Roeder, U. of Washington, guest researcher at BRI performing joint large-scale testing program on steel structures
 Oct-Nov: W. Kovacs, NBS, J.A. Farrar, BUREC, performing joint study in Japan on application of standard penetration method. Results published in Proceedings of the 8th World Conference on Earthquake Engineering

- Nov: US Delegation Observing Japanese Earthquake Prediction and Preparedness Measures on the Anticipated Tokai Earthquake
- 84 Nov-Nov: M. Yoshimura, BRI, guest researcher at U. of California, Berkeley, performing joint large-scale testing program on reinforced concrete structures
- 1984 Jan-Feb: S.C. Goel, U. of Michigan, guest researcher at BRI performing joint large-scale testing program on steel structures
- Mar-Apr: H. Hiraishi, BRI, participating in the meeting of joint large-scale testing program on masonry structures at U. of California, Berkeley
- Apr: Y. Yamanouchi, BRI, participating in the meeting of joint large scale testing at the U. of California, Berkeley, and U. of Michigan
- Jun-Jul: M.L. Wang, U. of California, Berkeley guest researcher at BRI performing joint large-scale testing program on steel structures
- Sep: D. Keefer and E. Harp, USGS, joint investigation of the Naganoken-Seibu Earthquake
- 1985 Mar-Apr: T. Kaminosono, BRI, guest researcher at U. of California, Berkeley, performing joint large-scale testing program on masonry structures
- Mar-Apr: M. Nakajima, BRI, guest researcher at U. of Stanford and U. of Minnesota, performing joint large-scale testing program on masonry structures
- 86 May-Apr: M. Midorikawa, BRI, guest researcher at U. of Illinois performing research on steel structures under seismic forces
- 86 Sep-Jan: M. Teshigawara, BRI, participating in Joint Research Program on Masonry Structures at the U. of California, Berkeley
- 86 Nov-Nov: T. Tsuchida, PHRI, researcher at WES performing research in soil dynamics
- 1986 Aug-Sep: O. Senbo, BRI, guest researcher at U. of Colorado, performing joint large-scale testing program on masonry structures
- Oct-Nov: J. Farrar, BUREC, guest researcher at PWRI performing research in liquefaction during earthquakes
- 87 Sep-Jun: K. Minosaku, PWRI, guest researcher at NBS performing research on the behavior of large-scale bridge pier subjected to seismic loads
- 1987 Jan-Mar: R. Jibson, USGS, guest researcher at PWRI performing research in ground motion
- 88 Mar-Feb: Y. Hachiya, PHRI, guest researcher at WES performing research on seismic soil stability
- Aug-Oct: F. Seible, U. of California, San Diego, guest researcher at BRI performing joint large-scale testing programs on masonry structures
- 88 Aug-Aug: O. Matsuo, PWRI, guest researcher at University of California performing research on seismic design of embankments
- * BRI: Building Research Institute, Ministry of Construction, Japan
- ** PWRI: Public Works Research Institute, Ministry of Construction, Japan
- *** PHRI: Port and Harbour Research Institute, Ministry of Transport, Japan

3. Panel Meeting

- 1978 May: 10th Joint Meeting; Washington, D.C.
- 1979 Sep: 11th Joint Meeting; Tsukuba, JAPAN
- 1980 May: 12th Joint Meeting; Washington, D.C.
- 1981 May: 13th Joint Meeting; Tsukuba, JAPAN
- 1982 May: 14th Joint Meeting; Washington, D.C.
- 1983 May: 15th Joint Meeting; Tsukuba, JAPAN
- 1984 May: 16th Joint Meeting; Washington, D.C.
- 1985 May: 17th Joint Meeting; Tsukuba, JAPAN
- 1986 May: 18th Joint Meeting; Washington, D.C.
- 1987 May: 19th Joint Meeting; Tsukuba, JAPAN

**UJNR耐風耐震構造専門部会
20年の歩みと将来展望**

ISSN 0386-586X
土研報 第50号

成田 信之 編

要 旨：

UJNR耐風耐震構造専門部会は、強風、地震、高潮ならびに津波からの災害防除に関して日米間の技術協力を行う事を目的として、昭和42年に設置が決められた。その後昭和43年東京において第1回の合同部会が開催されてから、本専門部会は年々その活動を拡張して来ている。すなわち、作業部会の設置、研究者・技術情報の交換、共同研究の実施、ワークショップの開催などが挙げられる。

本文は、昭和63年ワシントンで開催される第20回合同部会を機に、日本部会により用意されたものである。ここでは、本専門部会の20年の歩みと成果と将来展望について記した。

キーワード：UJNR、日米協力、強風、耐風、地震、耐震、高潮、津波、災害防除

**Two Decades of Accomplishments and Challenges for
the Future : Panel on Wind and Seismic Effects, UJNR**

Technical Note of PWRI
vol.50 May 1988

Edited by Nobuyuki Narita

Synopsis

In 1967, the Panel on Wind and Seismic Effects, UJNR, was founded with the aim of technical cooperation between the U. S. and Japan in regard to technology for the mitigation of natural disasters such as extreme wind, earthquake, storm surge and tsunami. Since the 1st Joint Panel Meeting held in Tokyo in 1968, the Panel has been expanding and broadening its activity yearly, establishing ten task committees, exchanging personnel and technical information, conducting U.S.-Japan cooperative research and holding workshops.

This Paper was prepared by the Japan Panel, commemorating the 20th Joint Panel Meeting to be held in Washington, D. C. in May, 1988, and sets forth the progress and accomplishments of the Panel in the last two decades as well as its future prospects.

Key Words: UJNR, Japan-U.S. Cooperation, Extreme wind, Wind Effect, Earthquake, Seismic Effect, Storm Surge, Tsunami, Mitigation of Natural Disasters