

4. 研究部会議事録

4. 1 講演会および現場見学会一覧

(1) 講演会

- ・平成 5年11月 5日
建設省土木研究所耐震研究室 川島一彦室長
「道路橋の耐震・免震設計の現状と展望」
- ・平成 6年 2月14日
大林組技術研究所土木第5研究室 後藤洋三室長
「超多径間連続桁橋の免震設計」
- ・平成 6年 5月25日
名古屋大学工学部土木工学科 宇佐美 勉教授
「鋼製橋脚モデルのハイブリッド地震応答実験と損傷度評価」
「地震時保有水平耐力照査用模擬地震波の作成とその応用」
- ・平成 7年 5月 9日
大成建設技術研究所土木構造研究室 岡本 晋氏
「すべり方式免震支承を有する橋梁の地震応答特性」
- ・平成 8年 1月26日
建設省土木研究所橋梁研究室 西川和廣室長
「土研における鋼橋の耐震設計法に関する研究の紹介
－基本的な考え方ならびに載荷試験について－」
- ・平成 8年 8月 6日
住友金属工業株式会社機械システム研究室 川口喜昭氏
「鉄鋼材料の破壊靱性の評価」

(2) 現場見学会

・平成 5年11月30日、12月 1日

ブリヂストン横浜工場、オイレス工業足利工場

「免震支承の製造工程およびせん断試験」



写真-4.1.1 2000トン圧縮試験機（ブリヂストン横浜工場）



写真-4.1.2 免震構造の事務所棟（オイレス工業足利工場）

・平成 6年12月10日

阪神高速11号池田線

「10径間主桁連結ノージョイント化工事」



写真-4.1.3 阪神高速11号池田線10径間連続化工事現場

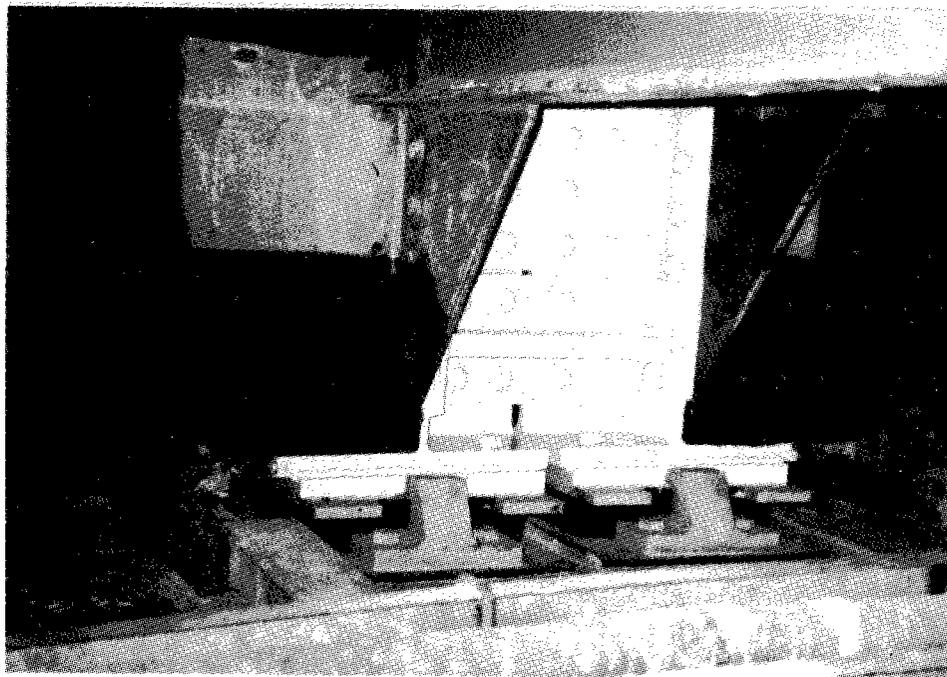


写真-4.1.4 連続化された桁端部構造

・平成 8年 6月25日
建設省土木研究所
「鋼製橋脚の耐震実験」

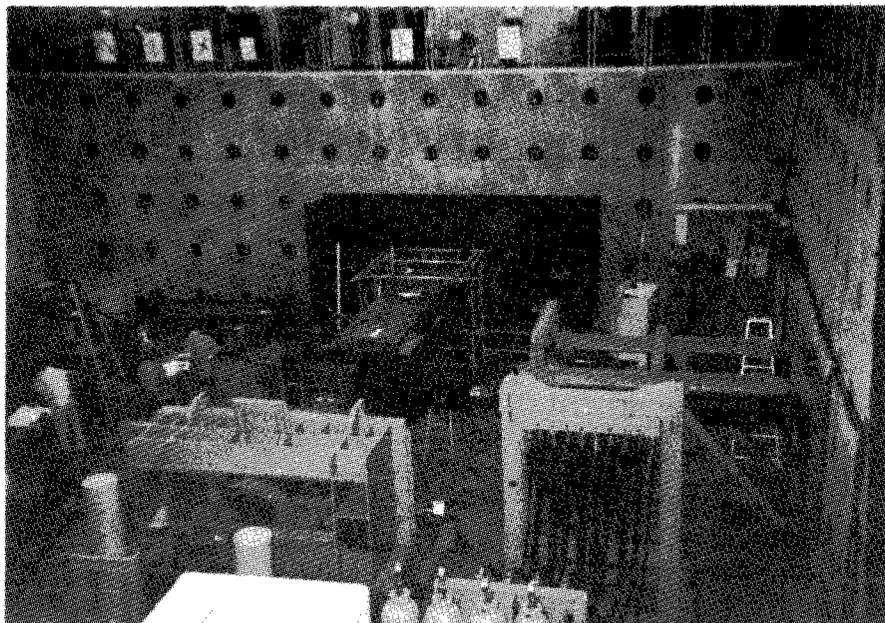


写真-4.1.5 鋼製橋脚の耐震実験

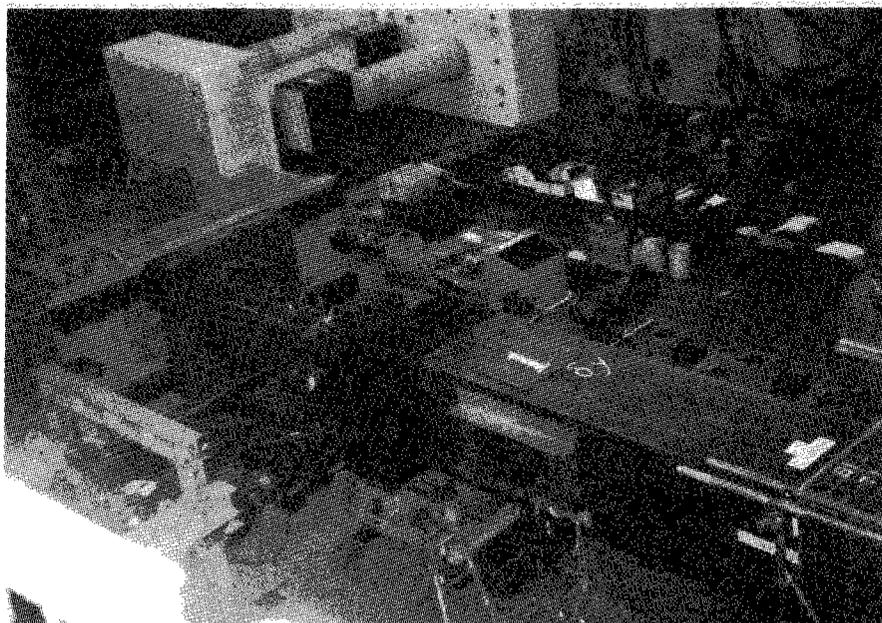


写真-4.1.6 鋼製橋脚実験供試体（ $1\delta y$ 載荷時）

・平成 8年12月 5日

阪神高速3号神戸線、近畿地建神戸浜手バイパス、本四公団明石海峡大橋
「阪神地区橋梁の震災復旧状況」

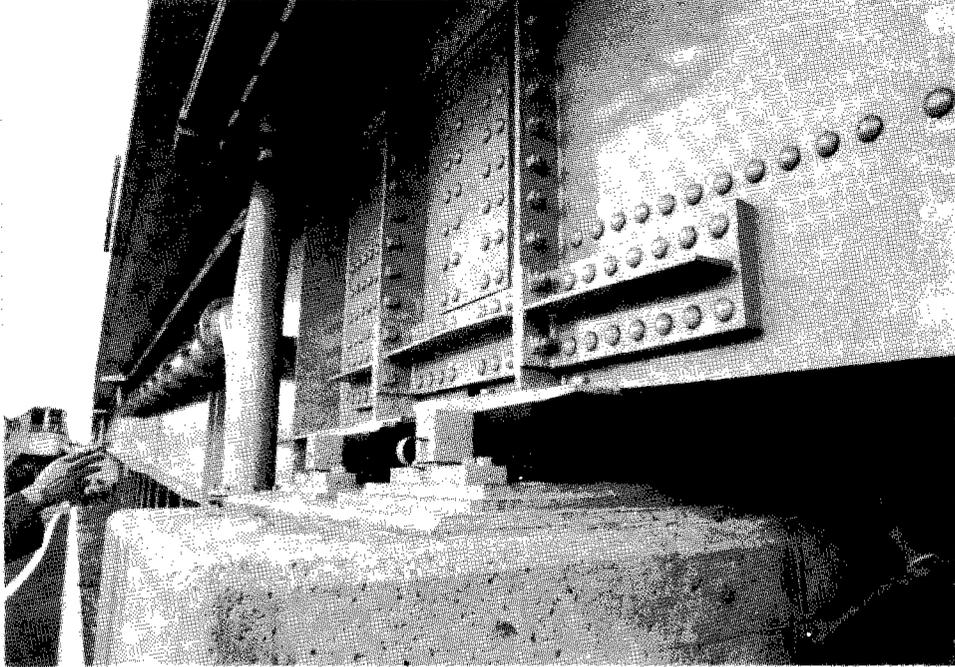


写真-4.1.7 震災復旧された建設省神戸浜手バイパス高架橋

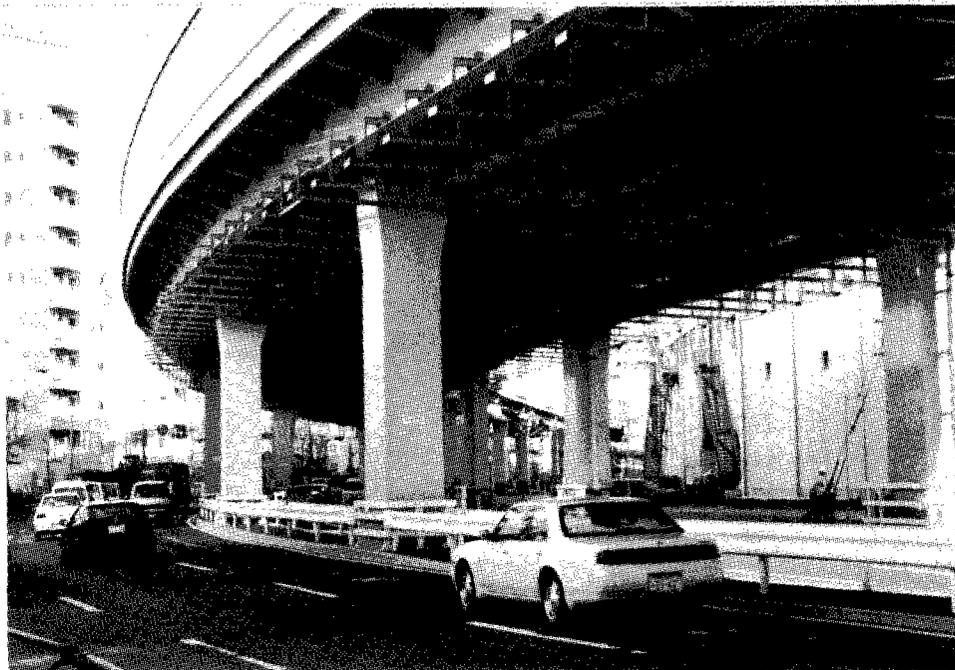


写真-4.1.8 阪神高速3号神戸線弁天工区19径間連続立体免震橋

4. 2 研究部会議事録

議 事 録

平成 6年 2月28日

部 会 名	鋼橋技術研究会 耐震・免震研究部会	
日 時	平成 6年 2月14日 3:00pm. ~ 6:00pm.	第 3 回
場 所	東京ダイヤビル5号館 TDBホール会議室	
出 席 者	増田、長嶋、皆川 谷岸、亀岡、吉沢、浜津、黒川、加藤、井上、都築、藤江 田中（裕）、橋本、池田、中田、河原、宮川、榎土、河合 大丸、竹内、田中（努）、岩塚、佐々木、岡田、松野、牧口、街道	

議 題

1. 講 演「超多径間連続桁橋の免震設計」
 大林組技術研究所土木第5研究室 後藤室長
 （講演の内容については別紙参照のこと）

2. 各ワーキンググループの活動計画および中間報告
 - ・動的解析法WG（亀岡主査）
 配布資料「動的解析法WG活動中間報告」
 - ・免震装置WG（都築主査）
 配布資料「免震装置ワーキンググループ」中間報告書
 - ・多径間連続橋の免震化WG（田中（努）主査）
 配布資料「多径間連続橋の免震化WG／中間報告」

3. 技術委員会報告（12月13日、長嶋先生が代理出席）
 技術委員会には、伊藤会長、阿部委員長、各部会部会長、部会幹事が出席された。
 委員会の内容は、各部会の中間報告が中心であった。
 報告内容
 - ・鋼橋のコンクリート橋に対する優位性の検討を行ってほしい。
 - ・鋼橋技術研究会の10周年記念パーティーが今年10月頃開催される。
 - ・書籍「Landmark Bridge」（ASCE）の紹介。

4. 次回全体会合の予定
 第4回の全体会合は以下の日程で行うことになった。
 日時：1994年3月8日（火）15:00～
 場所：東京ダイヤビル5号館 TDBホール会議室（第3回会場と同じ）
 内 容
 - ・オイレス工業の牧口会員の話題提供
 - ・各WGからの話題提供（各WG30分程度）
 - ・各WGの現在までのまとめと来年度の活動方針の報告
 増田部会長が、3月末に技術委員会で年度報告、次年度活動計画を報告する予定である。
 今回の各WGの資料を技術委員会への報告資料とする。

5. その他
 - ・第3回会合からオイレス工業牧口氏が部会に参加され、多径間連続橋の免震化WGに所属されることになった。
 - ・講演や話題提供などの技術的なメモを記録することになった。今回は皆川先生に記録して頂いたが、次回からは各WGが持ち回りで担当するものとする。
 - ・部会名の「耐震・免振」を「耐震・免震」に改める旨を運営幹事に相談中である。
 - ・河合会員より、講演のOHPなどのコピーの配布の要望があり、できる限り対応することになった。
 - ・次次回全体会合は、5月25日（水）15:00～ を第1候補とする。

後藤室長の講演の内容

①以下の内容について

- ・官民連帯共同研究（平成元年～3年）
- ・道路橋・免震設計法マニュアル（案）
- ・構造工学委員会・免震制振小委員会

1. 1992年現在の世界の免震橋実績

・ニュージーランド	49橋
・アメリカ	21橋
・イタリア	60橋
	1974 or 1981～ 総延長100km
・アイスランド	5橋
・日本	11橋+もどき（反力分散）10橋
	1991～

2. 各国の免震設計法

・ニュージーランド	じん性設計法	じん性不足→免震支承の適用
・アメリカ	基本はニュージーランドと同じ	免震設計用設計震度、スペクトルを規定
	耐震性向上/経済性重視のオプションが有る	
・日本	長周期化、高減衰化	

3. 日本の免震橋

・地盤	I種地盤	20%	
	II種地盤	27%	
	III種地盤	53%	
・装置	鉛プラグ入り積層ゴム支承		73%
	高減衰積層ゴム支承		27%
・桁形式	鋼桁	67%	
	PC桁	33%	
・目的	反力分散	20%	
	免震	80%	
・径間	2～11径間		
・1次固有周期	1.2～2.1sec		

4. 橋梁の免震設計の検討課題

- 1) 免震設計用地震力 日本の規定は過大→1～2secでニュージーランドの2～3倍
- 2) 免震装置の設計クライテリア
 - ・地震時保有水平耐力照査用の入力で設計することが妥当か？
 - ・支承便覧との整合性は？
- 3) 伸縮装置の設計クライテリア
 - ・震度法レベルで遊間を決定してよいか？
 - ・温度変化時との重ね合わせは不要か？
 - ・ロックオフは有効か？
 - ・橋軸直角方向の伸縮装置の開発
- 4) 免震装置の特性の長期安定性
 - ・50年経過時のせん断弾性係数の変化
- 5) 支承の設置法
 - ・多径間PC橋の場合、クリープ乾燥収縮の歪の解放が必要
- 6) 保有水平耐力照査の必要性
 - ・照査用入力の評価
 - ・許容塑性変形の評価
- 7) コスト

・反力1t当たり	ゴム支承	2000～5000円
	LRB	5000～12000円
・上部工1t当たり	鋼桁	30～60万円
	PC桁	5～25万円

②以下の内容について

- ・台湾日本耐震強度補強会議での発表
- 延長1kmの超多径間連続桁橋の実現性
- 免震橋としての地震応答特性など

1. 研究の背景

伸縮装置の破損、騒音、乗り心地→ジョイントレス

2. 現状

石狩橋（PC橋）544m
反力分散設計、ゴム支承

3. 解決すべ課題

温度変化、クリープの応力を解放しつつ安定して支持（分散効果）

- LRBの特性
- ・動的→かたい
 - ・静的→やわらかい

4. フィージビリティ・スタディ

橋長が長いことから、位相差、平面線形、地盤の変化について検討する。

PC橋 39.5m x 25径間

鋼橋 65.0m x 16径間

1) 入力地震波が地点で異なる影響

同じ波形が一定間隔で位相がずれる場合を想定している。

（PC橋、鋼橋とも検討）

- ・橋軸方向→ 変位が減少する。
- ・橋軸直角方向→ 桁端で変位が増加する。

2) 平面線形の影響（曲線桁）

（鋼橋のみ検討）

- ・曲げモーメントは非免震曲線橋とほぼ等しい。
- ・応答スペクトル法は桁端部の変位に誤差を多く含む。

3) 地盤条件が地点で異なる場合

（PC橋、鋼橋とも検討）

- ・橋軸方向の変位への影響は少ない。
- ・橋軸直角方向の変位への影響は大きい。
- ・曲げモーメントへの影響は少ない。

4) まとめ

- ・1kmのジョイントレス橋は免震設計により可能である。
- ・橋軸方向の応答は小さくなる。
- ・橋軸直角方向の応答は桁端で30%程度大きくなる。
- ・平面線形、地盤条件の影響は少ない。
- ・モード解析は桁端の応答を過大に評価してしまう可能性がある。
- ・橋長に応じた固有周期でバランスのとれた設計が可能である。

議 事 録

平成 6年 4月15日

部 会 名	鋼橋技術研究会 耐震・免震研究部会	
日 時	平成 6年 3月 8日 3:00 p.m. ~ 6:00 p.m.	第 4 回
場 所	東京ダイヤビル5号館 TDBホール会議室	
出 席 者	増田、長嶋、皆川	
	谷岸、亀岡、吉沢、浜津、黒川、加藤、井上、都築、藤江	
	田中(裕)、橋本、池田、中田、河原、宮川、榎圭、河合	
	大丸、竹内、田中(努)、岩塚、佐々木、岡田、松野、牧口、街道	

議 題

1. 長嶋副部会長の挨拶

- ・各WGの共通性を持つテーマなり、適用範囲なりを再認識する必要があるのではないか。
- ・最適化の問題とか、制約条件式の問題が結構重要なのではないか。

2. 各WGの活動中間報告

- ・動的解析法WG：亀岡主査
配布資料：第4回会合部会資料「動的解析法WG活動中間報告」
- ・免震装置WG：都築主査
配布資料：第4回会合資料「免震装置ワーキンググループ」活動中間報告
- ・多径間連続橋の免震化WG：田中主査・松野副主査
配布資料：「多径間連続橋の免震化WG／中間報告」
 〃 ：「免震設計ケーススタディーに用いるモデルの設定（案）」

3. 質疑応答

1) 共通事項

- ・各WGの会合の場所、出席者、討議内容を明記するように。（増田部会長より）

2) 動的解析法WGに対して

- ・免震要素の履歴ループ、減衰機構等の整理および検討も挙げてほしい。
- ・建設省の免震設計マニュアルに従ったプログラムは市販されているか。
 開発コンサルタントで静的解析法であるならばプログラムは整備されている。

2) 免震要素WGに対して

- ・免震、制振または耐震装置の事例紹介で実験データはあるのか。事例の現状の位置付けはどう考えるのか。
- ・免震装置の解析モデル化と計算結果との比較例はあるのか。
- ・過去の事例をどのように活用していくのか。
- ・初期費用を含めた経済コストは免震装置の場合どの位か。
- ・シンプルな免震装置はどのようなものか。
- ・入力荷重として地震、温度、風を対象としているが、方向性の調整が必要ではないか。

3) 多径間WGに対して

- ・参考文献が多々あるが、他のWGとの重複をチェックして欲しい。
- ・参考文献の収集方法、雑誌、年代を補足してほしい。
- ・WGの会合で行った宮川橋の免震設計例の講習を、部会の話題提供に挙げられないか。
- ・鋼製脚を軟弱地盤に適用した場合に、免震支承としての役割があるのではないか。
- ・ケーススタディーのモデルの自由度数、着目点はどのようなものか。また、桁の条件はどうなっているのか。
 桁の条件は、静的には剛体扱い、動的には弾性扱い。

4. その他

- 1) 予定されていた、オイレス工業牧口会員の話題提供は都合により延期となった。
- 2) 部会のスケジュールとしては2年をめどに平成7年6月をターゲットにする。
また、発展させるのに次の2年を考えてはどうか。(増田部会長より)
- 3) 次回、次々回の会合のスケジュール
 - ・次回：5月25日あるいは5月12日
 - ・次々回：7月末
- 4) 予算申請(3月末まで)、著作権問題

記録：動的解析法WG(亀岡主査)

議 事 録

平成 6年 7月25日

部 会 名	鋼橋技術研究会 耐震・免震研究部会		
日 時	平成 6年 5月25日 3:00 p.m. ~ 6:00 p.m.		第 5 回
場 所	武蔵工業大学		
出 席 者	増田、長嶋、皆川 佐々木、亀岡、吉沢、浜津、黒川、加藤、井上、都築、藤江（代理豊田） 田中（裕）、橋本、池田、中田、河原、宮川、榎土、白石 大丸、竹内、田中（努）、岩塚、岡田、松野、牧口、竹ノ内、街道		

議 題

1. 長嶋副会長の挨拶
2. 動的解析法WG 亀岡主査より前回の議事録の説明があり、議事録を承認した。
3. 技術担当幹事および部会員の交代のため、新たに部会名簿を配付した。
4. 講 演 「鋼製橋脚モデルのハイブリッド地震応答実験と損傷度評価」
「地震時保有水平耐力照査用模擬地震波の作成とその応用」
名古屋大学工学部土木工学科 宇佐美教授
(内容については別紙参照のこと)
5. 話題提供「既設橋の多径間連続構造化における免震支承の適用」
オイレス工業 牧口会員
(内容については別紙参照のこと)
6. 各WGの活動中間報告
 - ・動的解析法WG：亀岡主査
 - ・免震装置WG：都築主査
 - ・多径間連続橋の免震化WG：田中主査、佐々木、松野、岩塚各チームリーダー
7. 今後の部会について
 - ・ロス地震の報告書や関西道路研究会の報告書などを今後のWGの活動の参考としてはどうか。
 - ・部会の開催間隔を少しあけて、WGの活動に重点を置いてはどうか。
 - ・今後も講演や話題提供を続けるべきか。

などの提案があり、次回の全体会合はWG間の情報交換を議題の中心とすることにした。
8. 次回会合の予定
次回会合は8月25日（木）に東京都立大学にて開催する。

宇佐美教授の講演の内容

1. 関連文献の紹介

- ・ STABILITY AND DUCTILITY OF STEEL STRUCTURES UNDER CYCLIC LOADING (US-JAPAN SEMINAR)
- ・ 鋼構造物の弾塑性性状と耐震設計法、土木学会鋼構造委員会・鋼構造動的極限性状研究小委員会
- ・ 鋼構造物の新技術に関する調査研究報告書、土木学会鋼構造委員会・鋼構造新技術小委員会耐震設計WG

2. 実験の目的

- ・ これまでの実験において鋼製橋脚の静的な復元力特性は確認されている。
- ・ 今回のハイブリッド地震応答実験では、供試体と相似関係にある実橋の地震時挙動を再現し、動的な応答性状および変形性能を確認することを目的としている。

3. 供試体

- ・ 過去の静的繰り返し実験から、フランジ幅厚比パラメーターと細長比パラメーターにより供試体を3タイプに分類し、今回はそのうちの2タイプ9体を使用した。

4. 入力波

- ・ 土木研究所の Level 1、Level 2 (それぞれⅠ種、Ⅱ種、Ⅲ種地盤用の3種類)を使用した。

5. ハイブリッド実験手法

- ・ 実橋脚解析型手法、相似モデル解析型手法、周波数特性同調型手法の3種類の手法を用いて実験を行った。

6. 実験結果

(1) 各々の手法による違いの比較

- ・ Level 1、Level 2の入力波とも、実験結果からも数値解析結果からも実験手法による違いはない。

(2) 入力波による比較

- ・ Level 2のⅠ種、Ⅱ種、Ⅲ種地盤用の入力波を用いて比較したところそれぞれの入力波によって応答変位や残留ひずみが異なり、特にⅠ種地盤用地震波では残留ひずみが多い。

(3) コンクリート充填の有無と幅厚比パラメーターによる影響

- ・ 幅厚比 R_f が0.9の場合はコンクリートを充填してもあまり効果がないが、 R_f を0.7程度に抑えた場合は、コンクリートを充填することにより最大変位、残留変位はともにかなり減少し、コンクリートの充填高さが高いほど効果大きい。

- ・ また、残留変位に対しては、30%までコンクリートを充填すれば十分効果がある。

7. 模擬地震波の作成と土研の地震波との比較

- ・ 6項(2)の入力波による比較結果から土研のLevel 2のⅠ種地盤用地震波は特殊な地震波と思われる。
- ・ 地震波を50波発生させて統計的な平均値を算出し、土研の応答スペクトルとの比較を行った。
- ・ この結果、Ⅰ種地盤用地震波に差異があった。
- ・ 保有水平耐力の照査を土研の地震波のみで行うことには疑問がある。

8. 結論

- ・ 鋼製脚はコンクリート脚に比べて脆弱だと言われているが、ハイブリッド実験の結果では高い耐荷力を有している。
- ・ また、スレンダーな鋼製脚の場合、コンクリートを充填すると耐荷力が向上する。
- ・ 以上の結果は研究途中であり、小委員会ではさらに2年ほどこの研究を続けていく予定である。

9. 質疑事項

- ・ 100m程度のハイピアの場合、鋼製脚とコンクリート脚との使い分けについてどう考えられているか?
 - 鋼製脚でも細長比を小さくし、コンクリートを充填すれば対応可能ではないか。
 - コンクリート脚との比較については特に資料はない。
- ・ 鋼製脚はダクティリティーが不足している言われたが、その原因は何か?
 - 高いピアでは基部がネックとなることは少ないためである。

牧口会員の話題提供の内容

1. 連続構造化の目的

- ・伸縮装置の維持管理、振動、騒音などの問題で主桁を連結し伸縮装置を省略する。

2. 主桁の連結方法

- ・ウェブを連結する方法と主桁を連結せず床板のみを連結する方法があるが、後者は水平力の伝達に問題あるのではないか。

3. 支承

- ・ゴム支承（バネ）で支持することにより支承部のたわみ角を低減する。
- ・ゴム支承が温度変化による主桁伸縮量を吸収するので、支承高さにより連続径間数が決まる。
- ・履歴曲線は動的挙動、静的挙動により異なるが、温度変化時への影響はわずかである。
- ・活荷重反力はバネが固いほど大きくなるので、 $K_v \leq 40000 \text{ t f / m}$ としている。

4. 慣性力の均等分散効果

- ・橋脚バネだけでは均等配分は難しいが、橋脚+ゴム支承の連成バネにより均等分散化が可能である。

5. 減衰の効果

- ・橋脚の剛性のばらつきによる水平力の増加を低減する。
- ・両端部を可動支承とするなど、地震力を分担する橋脚数が少ない場合において、橋脚に作用する水平力の増加を低減する。
- ・旧道示で設計された橋脚の鉄筋の段落とし部の耐震補強となる。

6. 9径間の設計例（道路公団大阪）

(1) 設計内容

- ・静的解析および時刻歴応答解析による動的解析を用いた照査を実施した。
- ・震度法レベルで地震時保有水平耐力法の照査に用いる減衰定数別補正係数 C_0 を使用した。（静的解析時）

$$C_0 = 1.5 / (40h + 1) + 0.5$$

- ・動的解析において水平震度は応答加速度から逆算した。
- ・ゴム支承のバネ値の誤差 $\pm 15\%$ を考慮し、それぞれ応答計算を行った。
ただし、同じ種類のゴム支承のバネ値は同じ傾向にあると考え、1橋で1種類のゴム支承を使用する場合は3通り、2種類のゴム支承を使用する場合は7通りの計算を行った。

(2) 照査結果

	LRB		RB
	静的解析	動的解析	
固有周期T (sec)	0.74	0.74	0.93
減衰定数h (%)	12	12	—
水平震度 k_h	0.19	0.18	0.25
主桁変位 δ (mm)	26	24	53

7. 質疑事項

- ・RBの減衰定数はどの程度か？
→5%としている。
- ・LRBとRBの変位の差は減衰定数のみに依存しているものか？
→LRBでは減衰定数による水平震度の低減と支承の水平バネの増加により変位が減少している。
- ・減衰定数はどのように設定しているか？
→橋梁全体の1次モードの値を用いている。
- ・動的解析に用いた入力レベルは何か？
→Level 1を用いている。
- ・支承の設計は、温度と地震の両方で最適にするのか？
→今回は温度で決定しているが、場合によってどちらかのケースで決定している。

記録：免震装置WG（都築主査）

議 事 録

平成 6年 9月19日

部 会 名	鋼橋技術研究会 耐震・免震研究部会		
日 時	平成 6年 8月25日 3:00 p.m. ~ 7:00 p.m.	第 6 回	
場 所	東京都立大学 国際交流会館中会議室		
出 席 者	増田、長嶋、皆川 佐々木、亀岡、吉沢、浜津、黒川、加藤、井上、都築、藤江 田中(裕)、橋本、池田、中田、河原、宮川、榎土、白石 大丸、竹内、田中(努)、岩塚、岡田、松野、牧口、竹ノ内 草川、街道		

議 題

1. 東京都立大学の見学
 - ・長嶋先生より工学部実験棟をはじめとする構内の案内があった。
2. 新会員の紹介
 - ・今回から本研究部会に参加される(株)構造技研の草川氏の自己紹介があった。
3. 前回の議事録の確認
 - ・免震装置WG都築主査より前回の議事録の説明があり、議事録を承認した。
4. 各WGの中間報告および活動状況の報告
 - 1) 配布資料
 - ・動的解析法WG：亀岡主査 ; 第6回会合部会資料「動的解析法WG活動中間報告」
 - ・免震装置WG：都築主査 ; 第6回会合資料「免震装置W/G 活動報告」
 - ・多径間連続橋の免震化WG：田中主査および佐々木・松野・岩塚各チームリーダー ; 「多径間連続橋の免震化WG/平成6年度中間報告」 ; 「免震設計ケーススタディーに用いる共通モデルの検討 中間報告書」 ; 「鋼製橋脚を免震システムの一部とする方法の特徴と問題研究チーム追加資料」
 - 2) 報告内容および質疑事項
 - a) 動的解析法WG(亀岡主査の報告)
 - ・スペクトルモード法とは何か?(増田部会長)
 - モーダルアナリシスと同じ意味である。多自由度についても適用可能である。多自由度の場合、各モードの重ね合わせの方法として以下の2通りの手法がある。
S R S S法(モード相関無視、RMS法とも呼ぶ)
C Q C法(モード相関考慮)
 - ・等価弾性剛性とは何か?(増田部会長)
 - 等価線形剛性と同じ意味である。
 - ・瞬間剛性とは何か?(増田部会長)
 - 接線剛性と同じ意味である。原子力部門では瞬間剛性というのが一般的である。
 - ・語句の統一が必要である。(増田部会長)
 - ・例題解析のモデルをどのように考えられているのか?比較検討項目の1)~5)全てが含まれるモデルを想定しているのか?(佐々木委員)
 - 基本的には単橋脚モデルを考えているが、位相差入力については2橋脚モデルとせざるを得ない。
 - ・各文献の結論がまとめられている場合、どの範囲内での検討であるか記述する必要がある。
例えば、位相差入力の場合、どのような位相差を用いたかを明確にする必要があり、結果が場合によっては異なることも予想される。(増田部会長)
 - ・調査文献の全てを載せる必要はないが、要約を1頁程度にまとめて、それに全文献のリストを添付すると利用者にとっては価値がある。(増田部会長)
 - ・地表面の回転成分とは何か?(増田部会長)
 - レーレー波の回転成分によって生ずる地表面の回転運動のこと。

- ・解析ソフトの一覧表には、バージョンやパンフレットがあればその日付などを明記すべきである。

(増田部会長)

b) 免震装置WG (都築主査の報告)

- ・免震装置の比較は現実的に難しいので取り止めるつもりである。
- ・高減衰ゴムを用いた免震橋梁における装置の標準化を目的とした検討となる。
- ・応力度は kgf/cm^2 に統一する。(増田部会長)
- ・免震装置のサイズなどは一義的に決まるものか?(増田部会長)
→ ある程度余裕を見込んだ決定をせざるを得ない。

c) 多径間連続橋の免震化WG (田中主査の報告)

i) 曲線橋の免震化の特徴と問題点の検討 (佐々木チームリーダーの報告)

- ・動的解析モデルにおいて主桁を2本棒モデルとしているがその理由は?(増田部会長)
→ 2箱桁を1本棒に置き換える場合、極慣性モーメントの算出が煩雑であるため。
- ・1本棒モデルと2本棒モデルの結果比較は行うのか?(増田部会長)
→ 必要に応じて行うが、基本的には2本棒モデルを使用するつもりである。

ii) 橋脚高が変化する免震橋の特徴と問題 (松野チームリーダーの報告)

- ・特に質疑なし。

iii) 鋼製橋脚を免震システムの一部とする方法の特徴と問題 (岩塚チームリーダーの報告)

- ・L1レベルに比べL2レベルの減衰定数が小さいのは何故か?通常ひずみが大きくなれば減衰は大きくなるのではないか?(亀岡委員)
→ 鉛の性質が関係しているのではないか。
- ・鋼製橋脚とコンクリート橋脚の比較を1ケース行った結果、免震支承は鉛直反力により決定し橋脚の剛性には左右されないという結果が得られた。
- ・非免震に鋼製橋脚を用いた場合、コンクリート橋脚に免震装置を用いた場合とほぼ同等の周期が得られるが、このことから鋼製橋脚のメリットが得られるのではないか。(街道委員)

5. その他

1) 中間報告書について

- ・区切りの良い所までの中間報告書をまとめる。

2) 特別研究費について

- ・300万円を上限とした予算がある。各研究部会とも利用率が低いので目的があれば申請したい。

3) 外部発表について

- ・成果については各WG毎に外部発表する方向でまとめた方が良いと思われる。

(例えば、年次講演会、構造工学シンポジウムなど)

4) 最終報告書について

- ・最終報告書の作成については特別なルールはないが、幹事会において内容・書式などについて検討する。

5) 現場見学会について

- ・多径間連続免震橋の現場見学会を一度予定したい。

6. 次回会合の予定

次回会合は11月25日(金)に東京鉄骨橋梁製作所あるいは横河ブリッジにて開催する。

記録：多径間連続橋の免震化WG (佐々木、街道)

議 事 録

平成 7年 3月 4日

部 会 名	鋼橋技術研究会 耐震・免震研究部会	
日 時	平成 6年11月25日 3:00 p.m. ~ 7:00 p.m.	第 7 回
場 所	株式会社東京鐵骨橋梁製作所 5階会議室	
出席者	増田、長嶋、皆川	
	佐々木、亀岡、吉沢、浜津、黒川、加藤、井上、都築、藤江	
	田中（裕）、橋本、池田、中田、河原、宮川、榎土、白石	
	大丸、竹内、田中（努）、岩塚、岡田、松野、牧口、竹ノ内	

議 題 (資料番号7-1)

1. 前回の議事録の確認

街道委員より前回の議事録の説明があり、議事録を承認した。(資料番号7-2)

2. 株式会社ブリヂストン須藤氏による免震支承に関する話題提供

1) 配布資料

- ・免震設計の流れ図
- ・免震設計の流れ図、各社の高減衰ゴム支承の復元力特性、ブリヂストンの高減衰ゴム材料（OHPの複写）

2) 講演内容：

- ・免震設計の流れについて説明して頂き、以下のような免震マニュアルの問題点を指摘された。
- ・免震マニュアルでは免震支承の設計変位 U_B 、 U_{Be} （下部工天端から免震支承天端までの変位）の取り扱いが不明確であり、以下のように使い分けることを提案された。

U_{Be} ：固有周期、減衰定数などの橋梁全体の応答を算出する場合に用いる（実効値）。

U_B ：支承の設計変位の算出に用いる（最大値）。

3) 質疑事項

- ・ $U_{Be}/U_B = 0.7$ の根拠は何か？（増田部会長）
→ 時刻歴応答解析と等価線形化法の差である。交流電源の実効値と同様である。
- ・免震支承の各社算定式の係数の違いは何か？（増田部会長）
→ 支承そのものの特性の違いを示している。
- ・ U_B を用いて等価バネ定数を算出する場合、バネ定数を過小評価してしまうのではないかと？（亀岡主査）
→ 免震マニュアルとは見解が違い、使い分けを重視している。
- ・等価バネ定数の算出にあたって U_B を用いる場合と U_{Be} を用いる場合の差はどのくらいか？（長嶋副部会長）
→ 震度法レベルで特に大きく、2割程度である。
- ・下部工に着目する場合、質点と梁のみの解析モデルでは実挙動と差異がある。（長嶋副部会長）
- ・下部工の振動モードが影響する場合は下部工の質量も考慮すべきである。（増田部会長）
- ・1次モードが支配的であれば1質点系でも評価が可能である。（長嶋副部会長）
- ・ U_B と U_D の差はどの程度か？（増田部会長）
： U_D は、 U_B が収束判定を満足したときの値であり、実際の免震支承に生じる変位を示す。
→ 免震マニュアルでは10%であり、この程度であれば特性に問題がない。
- ・2方向免震の場合、両方向の U_B と U_D が同時に条件を満足するのか？（増田部会長）
→ 各方向の検討をそれぞれ行い条件を満足させている。
- ・2方向免震の場合、下部工の面内剛性と面外剛性の違いにより U_{Be} に誤差が生ずることはないか？
→ 剛比があまりに違う場合には誤差を生ずる可能性がある。（佐々木主査）

3. 各WGの中間報告

1) 配布資料

- ・動的解析法WG：亀岡主査（資料番号7-3）
- ・免震装置WG：都築主査（資料番号7-5）
- ・多径間連続橋の免震化WG：田中主査および佐々木・松野各チームリーダー
：「多径間連続橋の免震化WG／平成6年度中間報告」（資料番号7-6）
：「曲線橋の免震装置の設計」（資料番号7-7）
：「橋脚高が変化する免震橋（直線橋）の特徴と問題」（資料番号7-8）

2) 報告内容および質疑事項

a) 動的解析法WG（亀岡主査の報告）

- ・全ての解析モデルについて各検討項目を実施するのか？（増田部会長）
→ 現在のところ資料中の組み合わせについてのみ解析を行うものとし、今後必要に応じてその他の組み合わせについて検討する。
- ・ひずみ依存型バイリニアとは何か？（増田部会長）
→ 2次剛性がひずみレベルによって変化することをいう。
- ・免震装置のモデル化として最適な方法を選定することはできるのか？（長嶋副部会長）
→ A-1～3の比較により可能である。
ただし、等価線形モデルと非線形モデルのすり付けは、現段階での解析結果を検討した後に行う。
- ・解析の例題として対象とした橋梁は何か？（増田部会長）
→ 免震マニュアルの設計例を参考にしている。
- ・多径間モデルの位相差を考慮する場合の地盤条件および波形は同一か？（松野委員）
→ 当面同一として解析を行う。

b) 免震装置WG（都築主査の報告）

- ・試設計の対象となる免震装置の型式は何か？（佐々木委員）
→ 高減衰ゴム支承（HDR）を対象としている。
- ・部会で購入した免震設計プログラムを利用してはどうか？（佐々木委員）
→ 免震支承の特性式が3社分4種類のみに限られているため、使用について今後検討する。

c) 多径間連続橋の免震化WG（田中主査の報告）

i) 曲線橋の免震化の特徴と問題点の検討（佐々木チームリーダーの報告）

- ・資料中の U_1 は U_0 と同一か？（増田部会長）
： U_1 は、資料中では上部構造変位量と定義されている。
→ U_1 は橋脚基部から免震支承天端までの変位であり、 U_0 は免震支承の変位である。
- ・計算が収束するまでの繰り返し回数ほどのくらいか？（亀岡主査）
→ 多いものでは500回程度にもなる。

ii) 橋脚高が変化する免震橋の特徴と問題（松野チームリーダーの報告）

- ・資料中の効果を判断する判定基準は何か？（増田部会長）
→ 今後、判定基準を明確にする。

iii) 鋼製橋脚を免震システムの一部とする方法の特徴と問題（長嶋副部会長の話題提供）

- ・5径間連続橋の時刻歴応答解析結果について説明頂いた。

配布資料：「5径間連続橋の動的解析」

4. 道路橋の免震設計法マニュアル（案）の解説

田中主査より免震マニュアルについて解説を頂いた。

1) 総則

- ・免震マニュアルは道路橋示方書V耐震設計編の第8章がベースになっている。
- ・免震設計の3つのポイント：アイソレーター、ダンパー、トリガー

2) 耐震設計における免震設計の位置づけ

$$F a \geq F = m \alpha$$

ここで、 $F a$ ：抵抗力、 F ：外力、 m ：質量、 α ：加速度

- 耐震設計： $F a$ を増加させる。
- 免震設計： α を小さくする。
- 制振設計： $-F$ を付加する。

3) 免震設計の実現方法：

絶縁、長周期化、減衰付加、制振系付加、堀、遮断、
アクティブダンパー、入力損失効果（明石大橋の基礎で使用）

4) 免震設計の特色

- ・固有周期を免震装置を用いない場合の2倍程度に長周期化する。
- ・震度法と地震時保有水平耐力法で二重の設計を行う必要がある。
- ・水平震度の算出に減衰定数に基づく補正係数を追加している。

5) 道路橋の免震設計法マニュアル（案）の問題点・疑問点

道路橋の免震設計法マニュアル（案）の問題点・疑問点については時間の都合上次回以降に行うものとした。

配布資料

- ・道路橋の免震設計法マニュアル（案）解析（疑問点等）：動的解析法WG（資料番号7-4）
- ・免震設計法マニュアル（案）の問題点・疑問点：多径間連続橋WG（資料番号7-9）

5. 中間報告書の作成について

田中主査より中間報告書の目次案について説明があり、目次案に沿って中間報告書のまとめを行うことを確認した。

配布資料

- ・中間報告書目次案（資料番号7-10）

6. 現場見学会について

佐々木委員より阪神高速池田線のノージョイント化工事の現場見学会の説明があり、12月10日（土）に実施することに決定した。

配布資料

- ・鋼橋のノージョイント化工事現場見学会開催（案）（資料番号7-11）
- ・初の10径間桁連結（ノージョイント化）（資料番号7-12）

7. アンケート調査について

街道委員よりアンケート調査について説明があり、平成7年1月末までに回答するものとした。

配布資料

- ・鋼橋技術研究会耐震・免震研究部会アンケート調査（資料番号7-13）

8. 次回会合の予定

次回会合は平成7年3月2日（木）に巴コーポレーションにて開催する。

9. その他

鋼橋技術研究会10周年誌を配布した。

記録：動的解析法WG（吉沢、浜津）

議 事 録

平成 7年10月12日

部 会 名	鋼橋技術研究会 耐震・免震研究部会	
日 時	平成 7年 3月 7日 3:00 p.m. ~ 7:00 p.m.	第 8 回
場 所	株式会社巴コーポレーション会議室	
出 席 者	増田、長嶋、皆川 佐々木、亀岡、吉沢、浜津、黒川、加藤、井上、都築、藤江 田中(裕)、橋本、池田、中田、河原、宮川、榎圭、白石 大丸、竹内、田中(努)、岩塚、岡田、松野、牧口、竹ノ内 草川、須藤、街道	

議 題

1. (株) 巴コーポレーション豊洲工場の送電線用鉄塔の製造工程を見学した。
配布資料
 - ・「株式会社巴コーポレーション会社概要」
 - ・「株式会社巴コーポレーション豊洲工場概要」
2. 増田部会長の挨拶
 - ・本研究部会は期限を2年間延長する予定である。
 - ・現在までの作業の区切りとして、今年の7月に2年間の研究成果をまとめる。
3. 新会員の紹介
 前回の全体会合において話題を提供して頂いたブリヂストンの須藤氏が、今回から本研究部会に参加されることになり自己紹介があった。
4. 前回の議事録の確認
 吉沢会員より前回の議事録の説明があり、議事録を承認した。
5. 兵庫県南部地震関連の話題提供
 - 1) 動的解析法WG 亀岡主査の話題提供
 配布資料：「兵庫県南部地震に関する討議資料」
 - a) 神戸海洋気象台、六甲台の観測記録について
 - ・ノースリッジ地震と比較すると応答スペクトルなどがよく似ている。
 - ・免震マニュアル(案)の入力波および建築学会の入力波と比較すると、周期が1秒を越える区間において差異があるもののほぼ合致することが分かる。
 - b) 設計用入力地震動の設定法について
 - ・釧路沖地震の方が加速度は大きいことから、位相差の考慮も必要であるかもしれない。
 - c) 動的解析法の問題点について
 - ・水平鉛直同時入力については、土木学会の報告会において水平入力が主、鉛直入力が従という意見があった。
 - ・弾塑性解析に関して、せん断力の評価方法が現在のところ確立されていない。
 - 2) 免震装置WG 都築主査の話題提供
 配布資料：「兵庫県南部地震支承調査報告」
 支承の損傷調査報告
 - ・支承が崩壊した区間では主桁が壊れていない。また、支承が崩壊していない区間では主桁が壊れている。
 - ・ゴム支承が壊れているところでは、鋼製支承も壊れているところが多い。
 - 3) 佐々木委員の話題提供
 配布資料：「阪神公団11号池田線 -10径間連続ノージョイント化-」
 :「阪神大震災報告会資料 -鋼系橋梁を中心に-」
 阪神公団11号池田線の10径間連続ノージョイント化区間のゴム支承の調査報告
 - ・震災前と震災後とを比較した結果、支承に大きな損傷は無かった。
 - ・また、橋軸直角方向にも大きな力が作用した形跡が見られた。
 - ・なお、この区間は他の形式の支承の損傷も少ないので免震支承が有効に機能したことの確認は困難である。

4) 岩塚チームリーダーの話題提供

六甲アイランド橋に隣接する単スパン橋梁の損傷状況および修復方法の報告

- ・ローゼ桁に押され3 m程桁が移動した。
- ・支承およびローゼ桁も損傷している。
- ・主桁は一旦撤去し工場にて修復した後、再び架設する。

5) 街道委員の話題提供

配布資料：「兵庫県南部地震の被害状況」

鋼製橋脚、主桁端部、耐震連結装置の損傷状況の報告

- ・被害のほとんどは橋脚と主桁端部に集中している。
- ・この部分の構造を工夫することによって、強震にも耐え得る橋梁を実現することが可能であると考えられる。

6. 今後の部会の進め方について

- ・現在の各ワーキンググループの作業はそのまま進める。
- ・上記の調査報告については公表出来る範囲で事実をまとめたい。
- ・以上の項目について後日幹事会で進め方を相談する。

7. 次回会合の予定

5月9日あるいは5月12日に建設技術研究所で活動報告、震災関連の情報を中心に行う。

記録：免震装置WG（都築主査）

議 事 録

平成 7年10月12日

部 会 名	鋼橋技術研究会 耐震・免震研究部会	
日 時	平成 7年 5月 9日 2:00 p.m. ~ 6:00 p.m.	第 9 回
場 所	株式会社建設技術研究所会議室	
出 席 者	増田、長嶋、皆川 佐々木、亀岡、吉沢、浜津、松田、黒川、加藤、井上、都築、豊田 田中(裕)、橋本、池田、中田、河原、宮川、榎土、白石 大丸、金子、田中(努)、岩塚、岡田、松野、竹ノ内 草川、須藤、街道	

議 題

1. 新会員の紹介

1) 会員の交替

(株) サクラダの金子氏が、竹内氏に代わり参加することとなった。

日本電子計算(株)の浜津氏が交替されることになり、交替される方の代理として松田氏が出席された。

2. 前回議事録の確認

・都築会員より、第8回会合の議事録の説明があった。

・増田部会長より、議事録中段の

『このため、免震マニュアル(案)の入力波および建築学会の入力波はほぼリーズナブルであると考えられる。』
について、「リーズナブルという表現がされたのかどうか」という意見が出された。

亀岡会員に問い合わせた所、「入力波に似ているという意味である」との回答を頂いたため、この行を削除することとした。

・他の項目については、議事録どおり承認された。

3. 講 演『すべり方式免震支承を有する橋梁の地震応答特性』

大成建設技術研究所土木構造研究室 岡本 晋氏

1) 配布資料

- ・「すべり方式免震支承を有する橋梁の地震応答特性に関する研究」
- ・「すべり方式免震システムを有する橋梁の正弦波地動に対する応答特性」
- ・「すべり方式免震システムを有する橋梁の動特性に関する実験的研究」
- ・「橋脚の非線形性を考慮したすべり方式免震橋梁の動的挙動」
- ・「すべり方式免震システムを有する橋梁の地震時挙動特性」

2) 講演内容

・すべり方式免震システムの構造についての説明

支承は、テフロン板とステンレス板で構成されている。

水平バネは、高減衰ゴムのラバーブロックを用いている。

・上記システムの特徴の説明

上部工への慣性力が摩擦力とほぼ等しい値で頭打ちとなる。

すべり現象による減衰効果が大きい。

共振現象が生じにくい。

・上記システムを用いた場合の動的特性について、数値解析および模型試験(1/4スケール)両面からの説明
摩擦係数を大きくすると、免震効果も大きくなる。

免震時の固有周期は、非免震時の4~5倍程度が良い。

残留変位は、ラバーデバイスの剛性を大きくすることにより小さくできる。

本方式は、固有周期が短い橋梁に使用するほうが効果が大きい。

3) 質疑事項

- ・テフロン板は、滑り易いものと思うが、減衰効果が期待できるのか？（増田部会長）
→ テフロン板は面圧を小さくすると摩擦係数が大きくなる。最大で20%程度期待できる。
- ・実験は、弾性域で実施したのか？（増田部会長）
→ 弾性域で実施した。
- ・摩擦係数は大きいほどよいということだが、実際はどの位の値を想定しているのか？（長嶋副部会長）
→ 実際は、10%~20%を想定している。
- ・支承が風化して固着することはないか？（岡田委員）
→ 建築に使用されている支承のデータ（5~6年）では問題ない。
- ・ステンレスは錆びる場合があるがその対応策は？（岡田委員）
→ 海岸沿いなど腐食環境が厳しいところでの採用は困難であるかもしれない。
- ・解析モデルで橋脚を1自由度系でなく多自由度系にすると応答加速度が大きくなるのではないか？（亀岡主査）
→ そのような可能性もある。
- ・解析において、割線剛性でなく2次剛性とした理由は？（須藤委員）
→ すべり支承は、変位が生じた後は摩擦力がほぼ一定となり、2次剛性も一定となるので、理論をシンプルにするため2次剛性を用いた。
- ・ばね定数の決定にあたって、速度依存性の影響は？（須藤委員）
→ 変位が小さい場合は影響があるが、大きい場合はほとんど影響がない。
- ・すべり支承は、道路橋等で一般的に使用されているものでもよいか？（街道委員）
→ 耐久性さえあれば問題ない。
- ・既設橋梁の耐震補強に使用できるか？（街道委員）
→ ラバブロックの設置法を考える必要があるが、その他は問題ない。
- ・水平バネに高減衰ゴムとアンカーバーを使用した理由は？（佐々木委員）
→ バネであればよいので普通のゴムでも良い。アンカーバーは落橋防止装置を兼ねている。
- ・免震方向は橋軸のみか？（佐々木委員）
→ システム自体は、橋軸直角方向でも問題ないが、伸縮装置などに問題がでてくるのではないか？
- ・温度変化などによるかたよりを調整する方法は？（松野委員）
→ 設計時に余裕を考慮しておく必要がある。
- ・多径間の橋梁に適用することにより利点が大きくなるか？（松田氏）
→ 現在は単純桁のみ解析しているが、今後検討したい。

4. 講演『兵庫県南部地震の調査報告』 長嶋副部会長

1) 講演内容

- 主に落橋防止装置の破壊状況や鋼製橋脚の提灯座屈について、現地の写真をまじえて説明された。
- ・落橋防止装置の破壊は、定着構造、連結板およびピンの破壊という3つのモードに分けられる。
 - ・支間長が極端に違う橋梁が隣り合う場合は固有周期が大きく異なるので、トータルシステムで解析し、連結構造を決定する必要がある。
 - ・連結板の設計荷重は、大きい順に首都公団、名古屋公社、阪神公団、道路公団、福岡北九州公社である。
- 橋脚の衝撃応答解析について報告された。
- ・この解析については現在研究を進めているところである。
 - ・解析に用いている時間ステップは、 $10^{-7} \sim 10^{-8}$ (sec) 程度である。

2) 質疑事項

- ・解析モデルの要素数は？（松田氏）
→ 約3000である。
- ・衝撃応答解析についてどのような文献を勉強すればよいか？（佐々木委員）
→ 土木学会編 構造工学シリーズ6「構造物の衝撃挙動と設計法」（赤本）を参考にするとよい。
また、船舶衝突緩衝工（防舷材）の理論などもある。
- ・落橋防止装置について各公団により設計荷重が違うが、道示には規定はないのか？（岡本氏）
→ 細部構造の規定はない。首都高レベルの設計でようやく落橋が防げそうである。

5. 各WGの中間報告

1) 配布資料

- ・動的解析法WG : 「第9回会合資料 動的解析法WG」
- ・免震装置WG : 「阪神高速道路3号神戸線復旧用支承について」
- ・多径間連続橋の免震化WG : 「曲線橋の免震化の特徴と問題点の検討」
: 「橋脚高が変化する免震橋（直線橋）の特徴と問題」
: 「橋脚高が変化する免震橋（直線橋）の特徴と問題<動的解析モデル>」
: 「鋼製橋脚を免震システムの一部とする方法の特徴と問題研究チーム」

中間報告書

2) 報告内容および質疑応答

a) 多径間連続橋の免震WG

①曲線橋の免震化の特徴と問題点の検討（佐々木チームリーダーの報告）

- ・固有振動解析まで終了している。
- ・橋脚基礎のねじりに対する支持条件は？（増田部会長）
→ ねじりに対しては、拘束している。
- ・構造減衰を解析にどのように反映させるか検討している。（佐々木委員）
→ 免震装置を等価線形バネに置き換え、上部工と下部工に分けてひずみエネルギー比例系として減衰を入れ、モーダル解析を行えばよい。（亀岡主査）
- ・今後応答計算に進む予定だが、その時のパラメータは？（長嶋副部会長）
→ 支承条件と解析モデルの中心角である。

②橋脚高が変化する免震橋（直線橋）の特徴と問題（松野チームリーダー、加藤委員の報告）

- ・地震時水平反力を均一にする支承サイズを決定した。
- ・固有振動解析まで終了している。
- ・今後、応答解析に進む予定である。

③鋼製橋脚を免震システムの一部とする方法の特徴と問題（岩塚チームリーダーの報告）

- ・橋脚高30mまでの動的解析は終了している。
- ・今後、40m、50mの解析を実施する予定である。
- ・Ⅲ種地盤の解析は取り止める。

b) 動的解析法WG（亀岡主査の報告）

- ・兵庫県南部地震の地震動のデータをデジタル化しFDで提供できないか？（増田部会長）
→ 資料提供者の取り決めにより、提供することは難しい。

c) 免震装置WG（都築主査の報告）

阪神高速道路3号神戸線の復旧用支承選定について説明があった。

- ・免震支承を用いた場合、設計水平震度が下がっている理由は？（榎土委員）
→ 免震支承を用いた場合、レベルⅠで9割、レベルⅡで8割に低減するように規定されている。

6. 兵庫県南部地震の復旧状況の見学会について

幹事会にて日程などを決定し、後日連絡する。

7. その他

配布資料

- ・阪神淡路大震災被害状況および復旧状況のまとめ用フォーマット（9月までに提出）
- ・BASE ISOLATION GETS ITS DAY IN COURT(CIVIL ENGINEERING)
- ・I A B S E入会案内書
- ・欧州橋梁技術視察団参加案内書

8. 次回会合の予定

次回会合は、平成7年7月18日（火）に川崎重工業（株）にて14：00から開催する。

記録：多径間連続橋の免震化WG（田中（裕））

議 事 録

平成 8年 1月26日

部 会 名	鋼橋技術研究会 耐震・免震研究部会	
日 時	平成 7年 7月18日 3:00 p.m. ~ 6:00 p.m.	第 10 回
場 所	川崎重工株式会社東京本社18階82、83会議室	
出 席 者	増田、長嶋、皆川、レイバ 佐々木、亀岡、吉沢、須田、黒川、中本、井上、都築、豊田 田中(裕)、橋本、池田、中田、河原、宮川、榎土、白石 大丸、金子、田中(努)、岩塚、岡田、松野、竹ノ内 草川、須藤、街道	

議 題

1. 新会員の紹介

会員の交替

- ・日本電子計算(株)の浜津氏の代わりに須田氏が参加されることになった。
- ・駒井鉄工(株)の加藤氏の代わりに中本氏が参加されることになった。

2. 前回議事録の確認

第8回会合および第9回会合の議事録の確認があった。

a) 第8回会合の議事録の以下の箇所を訂正する。

- ・亀岡主査の話題提供: 「位相差の考慮が必要である。」 → 「位相差の考慮も必要であるかもしれない。」
- ・都築主査の話題提供: 「300ガル程度の地点では、鋼製支承、ゴム支承ともに損傷は少ない。」
→ 「ゴム支承が壊れているところでは、鋼製支承も壊れているところが多い。」

b) 第9回会合の議事録の以下の箇所を訂正する。

- ・長嶋副部会長の講演: 「時間ステップ間隔」 → 「時間ステップ」
- ・長嶋副部会長の講演: 「主桁がぶら下がった状態のときは、現状の2倍程度の強度がないと落橋する。」
→ 「首都高レベルの設計でようやく落橋が防げようである。」
- ・亀岡主査の報告: 「委員会の取り決めににより」 → 「資料提供者の取り決めににより」

3. 留学生の紹介

増田部会長よりチリからの留学生ウゴ・レイバ氏の紹介があった。

4. 話題提供『動的応答解析における減衰定数の取扱いについて』

動的解析法WG 亀岡主査

1) 配布資料

- ・「動的応答解析における減衰定数の取扱いについて」

2) 話題提供内容

a) 減衰機構、減衰性能に関する既往の研究について

- ・減衰の要因は様々であり、その要因に応じた解析モデルの設定が必要である。

b) 各減衰機構について

- ・Voigtモデルは、ばねKとダンパーCの並列モデルである。
- ・剛性マトリックスKが変わっても、減衰マトリックスCが変更されない減衰型を初期剛性比例減衰、減衰マトリックスCが変更される減衰型を接線剛性(瞬間剛性)比例減衰と呼ぶ。
- ・Maxwellモデルは、ばねKとダンパーCの直列モデルである。
- ・VoigtモデルとMaxwellモデルを合体したものがレーリー減衰モデルである。
- ・モード減衰定数、ひずみエネルギー比例減衰、運動エネルギー比例減衰、複素減衰についての説明があった。

c) 例題解析

- ・解析モデルは、免震マニュアル(案) p. 229図-設1. 5から、P5橋脚とそれに対応する主桁と免震装置を取り出したものである。

・解析条件

免震装置：LRB、バイリニア型

減衰定数 h ：主桁2%、免震装置0%、橋脚5%、地盤ばね10%

入力地震波：道路橋示方書耐震設計編Ⅱ種地盤応答解析用標準波形

- ・レーリー減衰型はひずみエネルギー比例型と同じような結果となる。
- ・運動エネルギー比例型は減衰が小さめに評価されるため応答は大きくなる。

3) 質疑事項

- ・Voigtモデルは振幅に依存するか？(増田部会長)
 - 振幅(ひずみ)には依存しないモデルである。(亀岡主査)
- ・振幅依存性を考慮できるような減衰モデルを構成することは可能か？(佐々木委員)
 - 等価線形化法などにより可能である。(亀岡主査)
- ・構造要素の減衰定数はどのようにして決めたのか？(増田部会長)
 - 示方書の値を用いた。ただし、その値も明確に定義されたものではなく、過去の実験データを参考にして定められたものであろう。(亀岡主査)
- ・耐風設計の場合の上部工の対数減衰率は $\delta = 0.02$ または 0.03 を用いている。耐震設計の場合と 2π 倍の違いがあるのはなぜか？(佐々木委員)
 - 構造物に作用する外力の考え方が違うからではないか。(岡田委員)
 - 耐震設計の出発点は地盤を固定と仮定していたため、その分を加味して減衰を大きく設定していた。この考え方がそのまま残っているのではないか。(亀岡主査)

5. 話題提供『阪神高速3号神戸線の復旧工事について』

1) 「阪神高速3号神戸線の復旧工事について」 街道委員

a) 配布資料

- ・「阪神高速3号神戸線の復旧工事について」

b) 話題提供内容

①主桁について

- ・主桁の連結、連続化を行っている。
- ・端横桁をニーブレイス構造からフルウェブ構造に変更している。
- ・ゴム支承を積極的に採用している。
- ・ストッパーを橋軸、橋軸直角方向に設置している。
- ・PCケーブルを用いた落橋防止装置(タイブル)を設置している。

②橋脚について

- ・鋼製橋脚のコンクリート充填断面での地震時水平耐力の照査を行う。
- ・再構築橋脚に対しては複合構造(スチールとコンクリート)を採用する。
- ・一部の橋脚について動的解析を実施する。

c) 質疑事項

- ・橋軸直角方向のストッパーについて基準があるのか？(増田部会長)
 - 明確なものはない。(街道委員)
- ・免震支承の場合、橋軸直角方向のストッパーはなくなったのではないか？(都築主査)
 - まだ結論はでていない。(竹ノ内委員)

2) 「鋼製橋脚の地震時保有水平耐力の照査」 金子委員

a) 配布資料

- ・「鋼製橋脚の地震時保有水平耐力の照査」

b) 話題提供内容

- ・鋼単独断面とコンクリート充填断面を対象とした鋼橋脚の地震時保有水平耐力の試算を行った。
- ・鋼単独断面はレベルⅢの簡便法($Khc = 1.75$ 、Ⅱ種地盤)により基本ケースと3つの追加ケースについて照査を行ったが、いずれの場合も設計不可能であった。
- ・コンクリート充填断面の試算では保有水平耐力が等価水平力を上回った。

c) 質疑事項

- ・コンクリートを多く詰めるとスチールの特性が損なわれるのではないか？(長嶋副部会長)
 - 復旧仕様では上部まで詰めるが、ここではあまり上のほうまでは詰めない予定である。(金子委員)

・鉛直荷重はどのように設定しているのか？（佐々木委員）

→ 基本設計の値を用いている。（金子委員）

3) 「神戸市浜手バイパス川崎工区的设计」 吉沢委員

a) 話題提供内容

- ・LRBを使った反力分散設計を行っている。
- ・各橋脚の反力分散率は水平力Fに関する収束計算で求めている。
- ・支承の橋軸直角方向の拘束条件については、震度法レベルでは固定、地震時水平力法レベル以上ではばね支持としている。

b) 質疑事項

・支承の拘束条件の切り替えは具体的にどのように行っているのか？（増田部会長）

→ 支承のサイドブロックにノッチを入れ、震度法レベルの荷重をこの部分の終局強度以下に設定する。

4) 話題提供『阪神高速3号神戸線弁天工区的设计』 佐々木委員

a) 話題提供内容

- ・工区全体にわたって再構築を計画している。ただし、フーチングは既設のものを補強して使用する。
- ・鋼製橋脚、横梁、主桁を剛結した立体ラーメン構造を採用し、耐震性を向上させている。
- ・免震支承はフーチングと橋脚基部との間に設置している。

5) その他の配布資料

a) 榎戸委員

- ・石塚、瀬戸口、西林：阪神高速道路の被災状況と復旧に向けての取り組み、道路、1995-6。
- ・水嶋、牧浦：JH・高速自動車道等の被災状況と応急復旧等、道路、1995-6。
- ・渡邊、前川、杉浦、北根：鋼橋の被害と耐震性、土木学会誌、1995-7。

b) 白石委員

- ・震災復旧工事の現状について

6. 各WGの中間報告

1) 配布資料

- ・動的解析法WG : 「第10回会合資料 動的解析法WG」
- ・免震装置WG : 「第10回会合資料 免震装置WG/G 活動報告」
- ・多径間連続橋の免震化WG : 「橋脚高が変化する免震橋（直線橋）の特徴と問題」
: 「鋼製橋脚を免震システムの一部とする方法の特徴と問題研究チーム」

2) 報告内容および質疑応答

a) 動的解析法WG（亀岡主査の報告）

- ・単橋脚モデルおよび多径間モデルについての比較検討を行っているところである。

b) 免震装置WG（都築主査の報告）

- ・免震装置の試設計による比較検討を行った。
- ・試設計の結果、I種地盤とII種地盤とでは平面寸法には差があるものの、厚さは同程度となった。
- ・5径間連続橋と10径間連続橋とでは移動量の違いにより厚さに差が生じ、ゴムのばね値、固有周期、水平震度が増えるため、ゴムの平面寸法にも違いがあらわれた。

c) 多径間連続橋の免震WG（佐々木委員の報告）

- ・9月末を目標として各グループごとに研究結果をまとめることを目標としている。
- ・曲線橋の免震化チームは、ひずみエネルギー比例減衰を取り扱えないことから、解析データをCOSMOS/MからNASTRANに変換しているところであるが、両者の固有値解析結果が一致せず内容の確認をしている。

d) 質疑応答

- ・資料をまとめたあと外部に発表してはどうか。その際、全体構成は特に意識せず、グループごとに焦点を絞ってまとめたものを発表すればよいのではないか。（増田部会長）

7. 次回会合の予定

次回会合は、平成7年10月12日（木）に住友重機械工業（株）にて15：00から開催する。

記録：動的解析法WG（亀岡、河原）

議 事 録

平成 8年 1月26日

部 会 名	鋼橋技術研究会 耐震・免震研究部会	
日 時	平成 7年10月12日 3:00 p.m. ~ 6:00 p.m.	第 11 回
場 所	住友重機械工業株式会社本社13階68号会議室	
出 席 者	増田、長嶋、皆川 佐々本、亀岡、モハメド・アンサール（吉沢代理）、須田、本村、中本、井上、都築、豊田 田中（裕）、橋本、池田、中田、河原、宮川、榎土、白石 大丸、金子、田中（努）、岩塚、佐藤、松野、竹ノ内 草川、須藤、ウゴ・レイバ、街道	

議 題

1. 新会員の紹介

会員の交替

- ・NKKの岡田氏の代わりに佐藤氏が参加されることになった。
- ・コスモ技研（株）の黒川氏の代わりに木村氏が参加されることになった。

2. 前回議事録の確認

第8、9回会合の議事録の最終版配布および第10回会合の議事録の確認があった。

a) 第10回会合の議事録の以下の箇所を訂正する。

- ・亀岡主査の話題提供：「入力地震波：道路橋示方書耐震設計編Ⅱ種地盤」
→「入力地震波：道路橋示方書耐震設計編Ⅱ種地盤応答解析用標準波形」
- ・金子委員の話題提供：「いずれの場合も等価水平力が保有水平耐力を超える結果となった。」
→「いずれの場合も設計不可能であった。」
：「この方法ではあまり上のほうまでは詰めない予定である。」
→「ここではあまり上のほうまでは詰めない予定である。」

b) 質疑事項

- ・街道委員の話題提供の再構築橋脚とはなにか？（増田部会長）
→基部から作り直す橋脚である。
- ・街道委員の話題提供の橋直方向とはなにか？（増田部会長）
→橋軸直角方向の意味で一般的に使っている。

3. 各WGの中間報告

1) 配布資料

- ・動的解析法WG : 「第11回会合資料 動的解析法WG」
- ・免震装置WG : 「第11回会合資料 免震装置W/G 活動報告」
- ・多径間連続橋の免震化WG : 「報告書目次案」

2) 報告内容および質疑応答

a) 動的解析法WG（亀岡主査の報告）

- ・現在、一部計算中のものもあるが、計算がほぼ完了している。今後、考察をまとめる予定である。
- ・多径間モデルの時刻歴モード法に関しては、免震マニュアル（案）の結果と大きく差がでている。
- ・多径間モデルは1方向免震、2方向免震のどちらか？（田中（努）主査）
→ 2方向免震である。
- ・SRSS法とCQC法の違いはなにか？（増田部会長）
→ SRSS法はモードの相関を無視して2乗和している。CQC法は相関を考慮している。
- ・SRSS法とCQC法のコストの違いはどの程度か？（長嶋副部会長）
→ 計算時間はほぼ同じである。

b) 免震装置WG (都築主査の報告)

- ・現在、試設計結果を一覧表にまとめる作業を完了した段階である。
- ・今後は比較検討のためのグラフを作成し、考察をまとめる予定である。
- ・途中で交代したメンバーも名簿に加え、在籍期間を明記してほしい。(増田部会長)
- ・固有周期は免震化前、免震化後のどちらを示すのか?(長嶋副部会長)
 - 免震化後を示す。
- ・解析モデルをできるだけ明確にしてほしい。(増田部会長)
- ・下部バネ値はせん断バネのことか?(増田部会長)
 - せん断バネのことである。
- ・下部バネ値は橋脚と基礎を含んでいるのか?(田中(努)主査)
 - 基礎については、バネ値を無限大としている。

c) 多径間連続橋の免震化WG (田中(努)主査の報告)

① 曲線橋の免震化の特徴と問題点の検討 (田中(裕)委員の報告)

- ・COSMOSではひずみエネルギー比例減衰が取り扱えないのでNASTRANで再計算を行った。
- ・両者の固有値解析結果の差が大きいため、三井造船開発の解析コードでも計算を実施した。
- ・この結果がNASTRANと一致したことから、以降NASTRANを使用することに決定した。
- ・今後、応答スペクトル解析を実施する予定である。
- ・COSMOSとNASTRANの差はどのくらいか?(増田部会長)
 - 1次モードの固有振動数でCOSMOSが1.0Hz、NASTRANが0.7Hzである。

② 橋脚高が変化する免震橋(直線橋)の特徴と問題(榎土委員の報告)

- ・一次整理が完了し考察をまとめている。
- ・上部工変位は動的解析値が静的設計値に対して大きめになった。

③ 鋼製橋脚を免震システムの一部とする方法の特徴と問題(岩塚チームリーダーの報告)

- ・当初の目的は達成し、追加項目を検討中である。
- ・静的解析では橋脚高さによって鋼製橋脚とRC橋脚とではほとんど差がなかったが、動的解析では橋脚高さが高くなるにつれて差が表れ、鋼製橋脚の方が加速度が小さくなる。
- ・今後は両者の整合性をとることについて検討したい。

4. 研究発表会について

11月24日(金)に鋼橋技術研究会の研究発表会が開催され、各部会の研究成果が報告される。今回は本研究部会からも40分の発表を行うことになり、長嶋先生と亀岡主査に発表を依頼した。

5. 最終報告書の予定について

- ・報告書の書式および形式の決定については田中(努)主査に依頼した。
- ・報告書のまとめ方については幹事会で決定する。幹事会は平成8年1月12日(金)に開催する。

6. その他

- ・技術担当幹事の交代
横河ブリッジの佐々木委員が都合により平成7年度中は研究部会を欠席することになった。
その間、川崎重工業の榎土委員に代行を依頼した。
- ・部会員名簿に電子メールのアドレスを追加することになった。

7. 次回会合の予定

次回会合は、平成8年1月26日(金)に川崎重工業(株)にて15:00から開催する。

記録: 免震装置WG (都築)

議 事 録

平成 8年 6月 4日

部 会 名	鋼橋技術研究会 耐震・免震研究部会		
日 時	平成 8年 1月 26日 3:00 p.m. ~ 6:00 p.m.	第 12 回	
場 所	川崎重工株式会社東京本社 18階 81、82会議室		
出 席 者	増田、長嶋 佐々本、森（亀岡代理）、吉沢、須田、更谷（木村代理）、中本、井上、都築、豊田 田中（裕）、橋本、池田、中田、河原、宮川、榎土、白石 大丸、金子、田中（努）、岩塚、佐藤、松野、竹ノ内 佐藤（草川代理）、石塚（須藤代理）、ウゴ・レイバ、街道		19名

議 題

1. 前回議事録の確認

第10回会合の議事録の最終配布および第11回会合の議事録の確認があった。

a) 第11回会合の議事録の以下の箇所を訂正する。

・岩塚委員のWG中間報告：「橋脚高さが高くなるにつれて差が表れてきた。」

→ どのように差が表れてきたのかを追加する。

2. 第6回幹事会の報告

第6回幹事会の報告があった。

a) 補足として以下の説明があった。（増田部会長）

・報告書は現在までの成果を3月末を目処にまとめる。その後、補足や追加の検討があれば実施し、最終的な報告書を完成させる。

・阪神淡路大震災の調査報告は、部会の立場として可能な範囲でデータを集めるものとする。

3. 講演：「土研における鋼橋の耐震設計法に関する研究の紹介

－基本的な考え方ならびに載荷試験について－

建設省土木研究所 橋梁研究室 西川和廣室長

1) 配布資料

- ・土研における鋼橋の耐震設計法に関する研究の紹介－基本的な考え方ならびに載荷試験について－
- ・支承、落橋防止構造に関する基本方針

2) 講演内容

a) 阪神淡路大震災時の鋼製橋脚の損傷状況についての説明

- ・鋼製橋脚の崩壊は2基のみだが5割の橋脚になんらかの被害があった。RC橋脚の被害は3割程度である。
- ・鋼製橋脚の耐震設計に進歩がないのではないか。
- ・終局限界状態（局部座屈の許容）、地震応答の見直し、保有水平耐力の考え方、既設橋脚への対応について考えていく必要がある。（RC橋脚と同じでよいのか。）

b) 鋼製橋脚の破壊形態の説明

- ・角形柱は、ねじれモードによる変形を基部コンクリートで拘束したために角部の溶接が裂けたのではないか。
→ 角部の補強（角割れの回避）が必要である。
- ・円形柱は、断面変化部などに局部座屈が集中することにより提灯座屈が発生したのではないか。
→ 局部座屈の一波集中の回避が必要である。

c) 鋼製橋脚の補強効果のイメージについての説明

- ・基礎、既設橋脚を考慮して剛性、耐荷力を上げずにじん性の向上が期待できる方法を考える。

d) 鋼製橋脚の耐震性改善方法に関する実験結果についての説明

①角形柱について

- ・コーナー部をアングルで補強した場合、剛性が増加する分だけ耐荷力も増加してしまう。
- ・コーナー部の内側にプレートを斜めに配置することで、耐荷力の増加を伴わずにじん性を向上できる。
- ・上記プレートの取り付けにボルトを使用することでエネルギー吸収性能が落ちない。

②円形柱について

- ・柱の外側に隙間を設けて鋼管を巻立てることによりじん性が向上し、エネルギー吸収性能を確保できる。
- ・隙間量の変化によりダイヤモンド座屈が発生する。

e) 今後の課題についての説明

- ・補強により1Gには対応できるが、2Gの保有水平耐力照査と実験結果のすりあわせが課題である。
- ・解析はバイリニア型の動的解析でよいか。(まだ簡易計算方を提案できる段階ではない。)
- ・充填コンクリートの評価方法についての検討が必要である。
- ・アンカー部(アンカーボルト)の耐力の評価方法についての検討が必要である。

f) 支承、落橋防止構造に関する基本方針についての説明

- ・損傷度については、橋梁を道路の一部と考え、機能面で評価すべきである。
- ・落橋防止構造は桁かかり長 S_e の確保を基本とし、連結装置などはフェイルセーフ的役割を担うものとする。
- ・支承は、限界状態を超えた場合の信頼性により差別化すべきである。
- ・免震支承はレベルⅡ、Ⅲで設計し落橋防止構造の1つと考えてよいのではないか。
- ・鋼製支承は機能を補うための控え支承などを併設する必要がある。(路面の段差防止のため。)

3) 質疑事項

- ・角形柱は角部の補強のみを行うのか?(田中(努)主査)
→ 角形柱についてはそう考えてよい。円形柱については座屈の伝播により倒壊する可能性がある。
- ・新設の円形柱の構造についてはどのように考えているのか?(長嶋副部長)
→ 径厚比が30以下であれば補強は必要ない。
- ・道路橋示方書の改訂の時期は?(竹ノ内委員)
→ 正式には平成8年度中には改訂を予定している。参考資料として実験データも添付する。活断層への対応は5年後の改訂を目標としている。
- ・円形柱の提灯座屈を再現する実験は実施しているのか?(長嶋副部長)
→ 実験は行っていないが、実施すれば提灯座屈が発生すると考えている。
- ・実験の見学は出来るのか?(増田部長)
→ 出来る。実験データの提供についても可能である。

4. 各WGの中間報告

1) 配布資料

- ・動的解析WG : 「報告書(研究概要) 動的解析法WG」
- ・免震装置WG : 「第12回会合資料 免震装置W/G 活動報告」
- ・多径間連続橋の免震化WG : 「曲線橋の免震化の特徴と問題点の検討チーム目次(案)」
: 「MAULER-伸縮装置」
: 「橋脚高さが変化する免震橋の特徴と問題 報告書概要版」
: 「鋼製橋脚を免震システムの一部とする方法の特徴と問題点の検討」

2) 報告内容および質疑事項

a) 動的解析法WG(森委員の報告)

- ・研究概要、動的解析法の文献調査結果、動的解析コードの機能調査結果、例題解析結果についてまとめた。
- ・例題解析のうち非線形性、減衰の評価法の多径間モデルについては結果を整理中である。
- ・文献調査には文献名、発行年なども記述したほうが分かりやすいのではないか?(増田部長)
→ 追加する。
- ・動的解析法の各種評価法については仮定した条件を記述し、例題解析の項目のみで検討内容がわかるようにしてほしい。(増田部長)

b) 免震装置WG(都築主査の報告)

- ・3章の研究概要および5章の目次についてまとめた。
- ・3章の研究概要に図・表などは添付しないのか?(田中(努)主査)
- ・研究概要の中に図・表などの結果がわかるものを入れるべきだ。(増田部長)
→ 後日、グループの主査が検討し決定する。

c) 多径間連続橋の免震化WG (田中 (努) 主査の報告)

①曲線橋の免震化の特徴と問題点の検討 (街道委員の報告)

- ・動的解析まで終了し、現在結果および考察をとりまとめている。
- ・全方向免震と桁端拘束全方向免震を比較した場合、最大応答変位、最大応答せん断力ともに大きな差異はないようである。
- ・全方向移動可能な伸縮装置としてマウラースイベル・ジョイントの紹介があった。(金子委員)
- ・最大応答が左右の橋脚で非対称となっているのはなぜか? (増田部会長)
→ 構造と座標の関係にあるものと考えている。

②橋脚高が変化する免震橋 (直線橋) の特徴と問題 (松野委員の報告)

- ・報告書の概要版をまとめた。
- ・概要版の中に結果の一部を掲載した。
- ・3頁の(1)解析概要の項目③の「使用する地震波」という表現を修正する。(増田部会長)

③鋼製橋脚を免震システムの一部とする方法の特徴と問題

- ・前回とほぼ同様のため省略。

5. 兵庫県南部地震の被害状況報告書のまとめ方について (榎土委員)

1) 配布資料

- ・兵庫県南部地震の被害状況報告書目次 (案)
- ・損傷度の判定区分

2) 報告内容および質疑事項

- ・兵庫県南部地震の被害状況を3月末を目処にまとめる。
- ・目次、フォーマット、担当および代表を決めた。
- ・§1の担当が一人だが動的解析WGの方を補佐として選出してはどうか?
→ 吉沢委員にお願いすることになった。

6. アンケート調査について (榎土委員)

- ・今後の部会運営に際してアンケート調査を行うため、平成8年2月2日までに街道委員に提出すること。

7. 次回会合の予定

次回は、平成8年4月12日(金) 15:00から開催する。会場については後日連絡する。

記録: 多径間連続橋の免震化WG (金子)

議 事 録

平成 8年 8月 6日

部 会 名	鋼橋技術研究会 耐震・免震研究部会	
日 時	平成 8年 4月 12日 3:00 p.m. ~ 6:00 p.m.	第 13 回
場 所	川田建設株式会社 8F 会議室	
出 席 者	増田、長嶋 佐々木、森、吉沢、須田、木村、中本、井上、都築、林（豊田代理） 田中（裕）、橋本、池田、中田、河原、宮川、榎土、白石 大丸、金子、田中（努）、岩塚、佐藤、松野、竹ノ内 草川、須藤、街道	18名

議 題

1. 前回議事録の確認

第11回会合の議事録の最終配布および第12回会合の議事録の確認があった。

a) 第12回会合の議事録の以下の箇所を訂正する。

- ・土木研究所西川室長の講演に対する質疑応答において、「径厚比が30以上」とあるのを、「径厚比が30以下」に訂正する。

2. 各WGおよび検討チームの報告書内容の発表

1) 配布資料

- ・動的解析法WG : 「第13回 会合資料 動的解析法WG」
- ・免震装置WG : 「免震装置WG 研究報告」
- ・多径間連続橋の免震化WG : 「曲線橋の免震化の特徴と問題点の検討」

2) 報告内容および質疑応答

a) 動的解析法WG（森委員の報告）

- ・WGの亀岡主査は、業務の都合により森委員と交代することになった。
- ・例題解析の結果の整理は、亀岡主査のもとで現在進行中であり、4月末をめどに完成する予定である。
- ・文献調査について前回指摘があった文献名、発行年の追加を行った。

b) 免震装置WG（都築主査の報告）

- ・報告書に沿って、OHPにて説明があった。
- ・免震装置の解析方法は、静的解析と判断して良いか？（長嶋副部会長）
→ 免震マニュアルに沿って、パラメータを変えた試設計を行っており、静的解析である。
- ・各WGに対して共通であるが、報告書の整理を進めていくときに「免震マニュアルに従って～した。」という記述をする場合には、免震マニュアルのどのような内容に従ったのかキーワードを明らかにしてほしい。

（増田部会長）

・全反力とは、どのような反力を示しているのか？（増田部会長）

→ 死荷重反力と活荷重反力の合計であり、1支承当たりの反力である。

・ゴム支承の特性値を添付してほしい。（増田部会長）

- ・検討結果の全反力別のグラフにおいて、折れ線グラフの傾向が反力300～400tfの箇所で大連続かもしくは前後の取り合いが変化しているが、その原因は何か？（増田部会長）

→ 反力300、400tfは、上部工形式を鉸桁と箱桁の2種類で検討しており、その結果が影響している。データのチェックを再度行うことにする。

・免震支承の形状は正方形であるが、支圧などの理由から決定されているのか？（増田部会長）

→ 本検討においては、支圧応力度により決定された形状ではなく、せん断ひずみにより決定された。

・免震装置の需要は増えているのか？（榎土委員）

→ 増えている。

c) 多径間連続橋の免震化WG

- ・ B、Cグループについては、前回の会合で報告済みであるため、今回はAグループ（曲線橋の免震化の特徴と問題点の検討）の発表を行う。
- ・ 前回の報告で、橋脚天端の最大応答変位のグラフが非対称であったが、これは解析値の処理方法の誤りが原因であった。（街道委員）
- ・ 変位の応答値は、全体座標系に関して全て正の値で計算される。曲線橋の場合、橋軸、橋軸直角方向の変位を求める（支承の移動量など）に際して、解析値の正負を適切に反転する処理が必要となる。（街道委員）
- ・ 設計は直線橋として取り扱ったとはどのような意味か？（増田部会長）
 - 主桁、橋脚などは直線橋の断面力解析（平面解析）に基づいて設計を行っている。
- ・ 免震装置はどのように設計したか？（増田部会長）
 - 直線橋として行っている。曲線橋へ直線橋の設計方法が適用できるかどうかの検討も行う予定である。
- ・ 支承の破壊は考えていないのか？（長嶋副部会長）
 - 応答スペクトルがL1レベルであるため、破壊の検討はしていない。
- ・ 全方向免震と桁端固定とで、応答値が変わらないのか？（増田部会長）
 - ほぼ同じである。桁端部の面外方向の変位を拘束できると、伸縮装置の構造が簡単になるため、断面力が多少増加してもメリットは大きい。
- ・ 鋼製支承の場合、反力の大きいP3橋脚の断面は他の橋脚と同じなのか？（池田委員）
 - 今回は免震支承との比較検討であるため中間橋脚は全て同じ断面として解析を行っているが、実際に鋼製支承として設計する場合はP3橋脚の断面が大きくなると考えられる。
- ・ 直線橋として免震支承を設計しているが、曲線橋でもそれでよいかどうかを検討して欲しい。また、応答曲げモーメントについてもまとめて欲しい。（田中（努）主査）

3. その他

1) 技術委員会（4月6日）の内容などについての報告（増田部会長）

- ・ 新しいテーマとして以下のものがあげられた。
 - 「数値解析と実橋との比較」（阿部委員長）
 - 「阪神大震災の地震動を用いた曲線橋の設計」（伊藤先生）
- ・ 耐震・免震研究部会は、9月末をめどに報告書をまとめるものとする。
- ・ 阪神高速神戸線の現場見学会は、少人数でも行うようにする。

2) 「今後の部会運営に関するアンケート調査」について（街道委員）

- 現状で50%程度の回答しか集まっていない。アンケートの結果は次回までに整理する予定である。
→ アンケートは本日をもって締切りとし集計する。（増田部会長）

3) 「兵庫県南部地震の被害状況報告書」について

- ・ 報告書に添付する資料は、許諾権の問題があり報告書に添付できないものがある。（森委員）
 - 原則として、報告書とは別に研究部会の内部資料としてまとめるものとする。
 - また、許諾については必要であれば申請するものとする。

4) 土研の見学会を早く行う（載荷試験を行っている間に）よう計画すること。（増田部会長）

4. 耐震連結板の破壊解析について（長嶋副部会長）

- ・ 耐震連結板の載荷試験データ（防衛大学の実験：50t f 高速載荷）と数値解析との比較を行った。両者は比較的よく一致している。今後、損傷を許容した設計法の確立を考えている。

5. 次回会合の予定

次回は、平成8年6月4日（火）15：00から開催する。会場については後日連絡する。

記録：動的解析法WG（草川）

議 事 録

平成 8年11月 8日

部 会 名	鋼橋技術研究会 耐震・免震研究部会		
日 時	平成 8年 6月 4日 3:00 p.m. ~ 6:00 p.m.	第 14 回	
場 所	株式会社サクラダ本社10F会議室		
出 席 者	増田、長嶋、皆川 佐々木、森、吉沢、須田、木村、中本、井上、都築、豊田 田中(裕)、橋本、池田、中田、河原、宮川、榎土、白石 大丸、金子、田中(努)、岩塚、佐藤、松野、竹ノ内 斎藤(草川代理)、須藤、街道		21名

議 題

1. 佐々木幹事から部会復帰の挨拶
2. 前回議事録の確認
 第12回会合の議事録の最終配布および前回(第13回)会合の議事録の確認があった。
 - a) 補足説明
 - ・その他の技術委員会の報告で述べたテーマは、新しいテーマとしてというより計算だけでなく実際の橋梁もふまえてという意味である。これについては特に議事録を修正する必要はない。(増田部会長)
 - b) 第13回会合の議事録の以下の箇所を訂正する。
 - ・長嶋副部会長の耐震連結板の破壊解析についての話題提供において、「50tf急速載荷」とあるのを、「50tf高速載荷」に訂正する。
3. 各WGおよび検討チームの報告書内容の発表
 - 1) 配布資料
 - ・動的解析方WG 「動的解析法WGの報告書進捗状況」
 - ・多径間連続橋の免震化WG 「橋脚高さが変化する免震橋の特長と問題点 報告書概要版」
 - ・ " 「鋼製橋脚を免震システムの一部とする方法の特長と問題点の検討」
 - 2) 報告内容および質疑応答
 - a) 動的解析方WG (森委員の報告)
 - ・概要版は完了しているが、今回はまだ報告出来る段階ではない。
 - b) 多径間連続橋の免震化WG
 - ①B: 橋脚高さが変化する免震橋の特長と問題点 (松野委員の報告)
 - ・OHPにて研究成果の説明があった。
 - ・検討しているゴム支承のサイズは一般的か? (増田部会長)
 - このくらいの支承は一般的によく用いられている。
 - ・どのようにして水平反力を均等化しているのか? (増田部会長)
 - ゴムの総厚で調整している。平面寸法は変化させていない。
 - ・地震力の入力の方法はどのようにしているのか? (増田部会長)
 - 静的に水平力を載荷している。
 - ・基礎の構造はどのようなものを考えているのか? (増田部会長)
 - 直接基礎を想定している。
 - ・橋軸直角方向については考慮しているのか? (増田部会長)
 - 検討は橋軸方向のみで行っている。
 - ・応答スペクトル解析と実際の地震波を入力した場合の差異についてはどう考えているのか? (増田部会長)
 - 最大値は変わらないものと考えている。
 - ・動的解析による検討の目的は合理的な設計方法について検討するためか? (長嶋副部会長)
 - 静的解析ではカバー出来ないような変位、断面力などを確認のために行っている。
 - ・動的解析の必要性よりも静的解析を見直した方が良く考えられる。(長嶋副部会長)
 - ・断面力をそろえるとはどのような意味か? (長嶋副部会長)
 - 天端の水平力をそろえると高い橋脚ほど基部の断面が大きくなる。
 - そこで、橋脚断面を同一とするために橋脚基部の断面力をそろえるという意味である。

- ・線形解析で検討しているのか？（増田部会長）
→ 支承は等価線形化法を用い、その他は弾性解析を基本としている。
- ・地盤の影響は大きいのか？（増田部会長）
→ 橋脚の影響が大きく、地盤の影響は小さいと思う。
- ・総括②③に矛盾が無いのか？（皆川先生）
→ 数値上は超えているが概ね問題ない大きさであるという意味である。明確な記述に変更する。
- ・具体的な目標として、橋脚天端の水平変位あるいは基部の反力を均等化するなどの最適化を考えてはどうか。
(長嶋副部会長)
- ・静的解析を行えば動的解析は不必要となるような成果が望ましい。（佐々木幹事）

②C：鋼製橋脚を免震システムの一部とする方法の特長と問題点の検討（大丸委員の報告）

- ・OHPにて研究成果の説明があった。
- ・今回の場合の免震効果とはなにを基準としているのか？（増田部会長）
→ 長周期化と減衰による効果を基準としている。
- ・構造全体として周期が長いので、長周期化には不向きという表現は避けたい。（増田部会長）
→ もともと橋脚が柔らかいため支承の相対変位が小さく、減衰を向上させることが難しい。
- ・免震効果の定義を明確にしたほうが良いのではないのか？（増田部会長）
→ 長周期な構造にさらに免震効果が加わるのではないかというもくろみで検討を行ったが、RC橋脚と同様な結果となった。
相対変位は鋼製橋脚もRC橋脚も同じくらいで応答加速度は鋼製橋脚の方が小さくなる。
今後は、中埋めコンクリートの影響、非線形解析、実証的研究を行いたい。
また、変位が大きいのでこれに対してどう対処するかも問題となる。
- ・鉛直荷重による橋脚の曲げモーメントへの影響はあるのか？（増田部会長）
→ 影響は小さいと思われる。
- ・中詰めコンクリートの施工例はあるのか？（増田部会長）
→ 阪神公団の復旧工事ではあるが、新設橋については不明である。

4. 今後のテーマの選定

5/28の幹事会にてアンケートの各項目についてキーワード別に分類した。
ワーキンググループは1テーマ5~6人程度で構成し、より実務的問題を取り上げたい。
アンケートの項目別の希望は以下の通りとなった。

1) 講演テーマ

J R 関連（J R 総研、理科大松本先生）	3
コンクリート関連	2
個別要素法関連（地盤を含む）	2
衝撃関連	5
建築関連の免震・耐震・制震	4
橋脚（鋼製橋脚に限らず）の耐震関連	1
地盤と構造物の相互作用	1
損傷箇所の評価方法	1

2) 新たな研究テーマ

①鋼製橋脚に関する研究

長嶋、皆川、田中（裕）、須田、木村、宮川、中本、河原、街道、岩塚、井上、榎土、（豊田）

②高減衰に関する研究

佐々木、石塚

③落橋防止装置、ロックオフ構造に関する研究

金子、大竹、佐藤、都築、中田、松野、石塚、（長嶋）

④地震波の入力、地震応答に関する研究

吉沢、森、豊田

⑤設計方法の整理、まとめに関する研究

池田、白石、草川、大丸、竹ノ内、末田、（街道）、（榎土）

（ ）内は第2希望を示す。

3) 見学会

- ・建設省土木研究所見学会の日程の候補 6/11 6/18 6/25
- ・現場見学会の候補
阪神高速神戸線、明石大橋、国内の免震橋

5. 最終報告書の予定

- ・7月末を目標でまとめる。
- ・提出先は佐々木幹事および査読委員2名とする。

6. 次回部会

- ・次回の会合は平成8年8月6日または7日に住友重機械にて開催する。

記録：免震装置WG（都築）