

1994年
ノースリッジ地震
震害調査報告

Reconnaissance Report on the Northridge, California,
Earthquake of July 17, 1994

登録	平成10年4月20日
番号	第 45720 号
社団法人	土木学会
附属	土木図書館

1997年2月

震害調査シリーズ発刊にあたって

人口の増大、地域の開発・発展にともない、社会資本、施設の充実・拡充が進み、地震による人的、物的損失が増加し、社会活動に影響を与えるケースが増加している。耐震性の高い構造物を建設し、地震に強い生活環境、都市を形成して人々の生命、財産を守って行くうえで、震害の状況を記録して研究の基本資料を得ることは基本的であり、重要であることは言をまたない。

しかし、大地震の発生する時間間隔は大きいから、それぞれの地域で短時間内に震災の記録を得ることは期待できないのが普通である。国の内外を問わず他の地域における震害の資料もまた大きな意義をもっている。世界で広く耐震設計が実施されるようになってきた現在、震害は耐震設計の考え方、設計方法、耐震性の評価方法などを検討するうえで極めて重要なものになっているからである。震害ならびにその研究は益々重視されて行くであろう。

土木学会では1923年関東地震の後、記録の詳細を極めた震害調査報告書を上梓し、その詳細と高いレベルの故に国際的にも高く評価されている。1964年新潟地震、1983年日本海中部地震の際にも被害全般に亘る報告書を作成した。1971年サンフェルナンド地震では土木学会論文集に公表している。また、1978年宮城県沖地震では、本学会東北支部で地震調査報告書を上梓している。

近年、震害の社会に与えるインパクトの増大にともない、耐震工学に関わる研究者、技術者は世界的に著しく増加し、多くの分野で、各機関、団体、あるいは個人により、震害調査が実施されるようになったのは成り行きである。調査も細分化し、種々の視点から詳細に行われるようになってきている。地震観測の整備、充実により、地震動の特性が量的にも明らかになるにつれ、震害の分析、評価、その成果の解釈についても、地域性を超えて一般化しつつある。このことは総合的な視点からの調査が必要であることを示しており、地震防災について国際的な協力が進行していることを特に考慮する必要がある。

上述のように、震害調査に対する要求が増し、広く総合的な視点でまとめ、資料として残すことが求められている。これに対応して、従来特に大きい震害のあった地震に対して行われてきた震害調査を、その範囲を拡大実施することを促し、調査結果をまとめて資料の充実をはかり研究の促進に資すよう、土木学会耐震工学委員会は震害調査報告を震害調査シリーズとして刊行することを決定した。このことが震害軽減の促進に役立つことを願っている。

1993年5月

土木学会耐震工学委員会

委員長 田村重四郎

1994年ノースリッジ地震震害調査報告
各章主査および執筆者名簿（順不同，敬称略）

◎：各章主査

委員長

田村重四郎（日本大学生産工学部）

幹事長

◎大町 達夫（東京工業大学）

幹事

◎井合 進（運輸省港湾技術研究所）

委員

安藤 雅孝（京都大学防災研究所）

◎入倉孝次郎（京都大学防災研究所）

釜江 克宏（京都大学原子炉実験所）

澤田 純男（京都大学）

吉田 望（佐藤工業㈱）

末富 岩雄（佐藤工業㈱）

池浦 友則（鹿島建設㈱）

◎時松 孝次（東京工業大学）

森本 巖（基礎地盤コンサルタンツ㈱）

小長井一男（東京大学）

若松加寿江（早稲田大学）

五十嵐俊一（大成建設㈱）

沼田 淳紀（飛島建設㈱）

◎川島 一彦（建設省土木研究所）

運上 茂樹（建設省土木研究所）

杉田 秀樹（建設省土木研究所）

星隈 順一（建設省土木研究所）

中村 良明（日本道路公団）

和泉公比古（首都高速道路公団）

吉田 好孝（東京湾横断道路㈱）

米田 昌弘（川田工業㈱）

土田 肇（(財)沿岸開発技術研究センター）

◎松本 徳久（(財)ダム技術センター）

中村 昭（建設省土木研究所）

岩下 友也（建設省土木研究所）

◎岩井 哲（京都大学防災研究所）

◎若林 拓史（名城大学）

能島 暢呂（広島工業大学）

◎室崎 益輝（神戸大学）

◎林 春男（京都大学防災研究所）

長能 正武（㈱竹中工務店）

1994年ノースリッジ地震震害調査報告

目 次

1. 緒 言	1
2. 地震活動と地震動	
2.1 ノースリッジ地震周辺の地震活動	6
2.2 本震の位置と断層解	8
2.3 余震	10
2.4 その他の現象	12
2.5 地震関連のまとめ	14
2.6 ハイブリッドグリーン関数法を用いた強震動のシミュレーション	14
3. 強 震 動	
3.1 まえがき	24
3.2 強震動記録の特徴	24
3.3 震源特性	36
3.4 伝播経路特性	41
3.5 サイト特性	48
3.6 強震動特性と微動特性	56
3.7 まとめ	63
4. 地盤および地盤災害	
4.1 まえがき	68
4.2 地質および被害の概要	68
4.3 サンフェルナンドバレーの地盤災害	83
4.4 サンフェルナンドバレー以外の地盤災害	94
4.5 液状化地点と噴砂の性質	103
4.6 まとめ	104

5. 道路・橋梁

5.1 被災地域の道路・橋梁の現況	108
5.2 道路・橋梁被害の概要	109
5.3 カリフォルニア州における道路橋の耐震設計法・耐震補強法	111
5.4 強震記録から見た橋の振動特性	116
5.5 主要な道路施設の被害状況および復旧	121
5.6 地震後の対応	151
5.7 まとめ	154

6. 港湾・空港

6.1 概要	158
6.2 ロサンジェルス港の被害	159
6.3 ロングビーチ港の被害	164
6.4 レドンドビーチの被害	165
6.5 サンタモニカビーチの被害	166
6.6 空港の被害	166

7. ダム

7.1 概説	170
7.2 ダムおよびダムサイトでの実測地震動	170
7.3 各ダムの挙動	178
7.4 まとめ	197

8. 建築物の被害

8.1 建物の調査ならびに被害の概要	200
8.2 建物被害事例	202
8.3 震源付近の建物被害分布調査	216
8.4 米国カリフォルニアの建築耐震設計の概要	226
8.5 まとめ — 被害による教訓と今後の課題	227

9. 交通システムの危機管理

9.1 はじめに	232
9.2 災害後の交通需要変化と既往研究	232
9.3 交通対策からみた州・市の危機対応体制	233
9.4 地震直後からの交通管理運用策	235
9.5 カリフォルニア州の危機管理に関する考察	242
9.6 わが国の道路システムの整備と運用に関する考察	244

10. 火 災

10.1 地震火災の概況	250
10.2 炎上火災の実態と問題点	255
10.3 消防活動の実態と問題点	260

11. 情報と対応

11.1 はじめに	266
11.2 2つの地震災害の比較ーノースリッジ地震と阪神淡路大震災.....	266
11.3 ロサンゼルス市の災害対応の象徴	268
11.4 災害対応において実施すべき3種類の対策	270
11.5 アメリカの災害対応体制	272
11.6 ノースリッジ地震の際にとられた災害対応体制	275
11.7 ノースリッジ地震の緊急対応の特徴	279
11.8 ノースリッジ地震の応急対応の特徴	284
11.9 ノースリッジ地震の生活再建の特徴	289
11.10 おわりにー危機管理としての防災.....	292

2. 地震活動と地震動

2.1	ノースリッジ地震周辺の地震活動	6
2.2	本震の位置と断層解	8
2.3	余震	10
2.4	その他の現象	12
2.5	地震関連のまとめ	14
2.6	ハイブリッドグリーン関数法を用いた強震動のシミュレーション	14

安藤 雅孝 (京都大学防災研究所)

入倉孝次郎* (京都大学防災研究所)

釜江 克宏 (京都大学原子炉実験所)

* とりまとめ

3. 強 震 動

3.1	まえがき	24
3.2	強震動記録の特徴	24
3.3	震源特性	36
3.4	伝播経路特性	41
3.5	サイト特性	48
3.6	強震動特性と微動特性	56
3.7	まとめ	63

大町 達夫* (東京工業大学)
澤田 純男 (京都大学)
入倉孝次郎 (京都大学防災研究所)
釜江 克宏 (京都大学原子炉実験所)
吉田 望 (佐藤工業㈱)
末富 岩雄 (佐藤工業㈱)
池浦 友則 (鹿島建設㈱)

* とりまとめ

4. 地盤および地盤災害

4.1	まえがき	68
4.2	地質および被害の概要	68
4.3	サンフェルナンドバレーの地盤災害	83
4.4	サンフェルナンドバレー以外の地盤災害	94
4.5	液状化地点と噴砂の性質	103
4.6	まとめ	104

時松 孝次* (東京工業大学)

森本 巖 (基礎地盤コンサルタンツ㈱)

小長井一男 (東京大学)

若松加寿江 (早稲田大学)

五十嵐俊一 (大成建設㈱)

沼田 淳紀 (飛島建設㈱)

* とりまとめ

5. 道路・橋梁

5.1	被災地域の道路・橋梁の現況	108
5.2	道路・橋梁被害の概要	109
5.3	カリフォルニア州における道路橋の耐震設計法・耐震補強法	111
5.4	強震記録から見た橋の振動特性	116
5.5	主要な道路施設の被害状況および復旧	121
5.6	地震後の対応	151
5.7	まとめ	154

川島 一彦* (建設省土木研究所)

運上 茂樹 (建設省土木研究所)

杉田 秀樹 (建設省土木研究所)

星隈 順一 (建設省土木研究所)

中村 良明 (日本道路公団)

和泉公比古 (首都高速道路公団)

吉田 好孝 (東京湾横断道路株)

米田 昌弘 (川田工業株)

* とりまとめ

6. 港湾・空港

6.1 概要	158
6.2 ロサンジェルス港の被害	159
6.3 ロングビーチ港の被害	164
6.4 レドンドビーチの被害	165
6.5 サンタモニカビーチの被害	166
6.6 空港の被害	166

井合 進* (運輸省港湾技術研究所)

土田 肇 ((財)沿岸開発技術研究センター)

* とりまとめ

7. ダム

7.1 概説	170
7.2 ダムおよびダムサイトでの実測地震動	170
7.3 各ダムの挙動	178
7.4 まとめ	197

松本 徳久* ((財)ダム技術センター)

中村 昭 (建設省土木研究所)

岩下 友也 (建設省土木研究所)

* とりまとめ

8. 建築物の被害

8.1	建物の調査ならびに被害の概要	200
8.2	建物被害事例	202
8.3	震源付近の建物被害分布調査	216
8.4	米国カリフォルニアの建築耐震設計の概要	226
8.5	まとめ　－　被害による教訓と今後の課題	227

岩井　　哲　　（京都大学防災研究所）

9. 交通システムの危機管理

9.1	はじめに	232
9.2	災害後の交通需要変化と既往研究	232
9.3	交通対策からみた州・市の危機対応体制	233
9.4	地震直後からの交通管理運用策	235
9.5	カリフォルニア州の危機管理に関する考察	242
9.6	わが国の道路システムの整備と運用に関する考察	244

若林 拓史* (名城大学)

能島 暢呂 (広島工業大学)

* とりまとめ

10. 火 災

10.1	地震火災の概況	250
10.2	炎上火災の実態と問題点	255
10.3	消防活動の実態と問題点	260

室崎 益輝 (神戸大学)

11. 情報と対応

11.1	はじめに	266
11.2	2つの地震災害の比較－ノースリッジ地震と阪神淡路大震災	266
11.3	ロサンゼルス市の災害対応の象徴	268
11.4	災害対応において実施すべき3種類の対策	270
11.5	アメリカの災害対応体制	272
11.6	ノースリッジ地震の際にとられた災害対応体制	275
11.7	ノースリッジ地震の緊急対応の特徴	279
11.8	ノースリッジ地震の応急対応の特徴	284
11.9	ノースリッジ地震の生活再建の特徴	289
11.10	終わりに－危機管理としての防災	292

林 春男* (京都大学防災研究所)

長能 正武 (㈱竹中工務店)

* とりまとめ