

委員会報告 「過大繰り返し地震力を受けるコンクリート部材の塑性域劣化性状研究委員会報告」

鈴木計夫*1・境有紀*2・芳村学*3・前川宏一*4・曾昭平*5

<委員構成>

委員長	鈴木 計夫	福井工業大学(WG1,2)	WG2 構造素材と部材の変形および耐力劣化性状
幹事	大野 義照	大阪大学工学部 (WG2)	主査 野口 博 千葉大学工学部
	衣笠 秀行	東京理科大学理工学部(WG2)	呉 智深 茨城大学工学部
	前川 宏一	東京大学工学部 (WG1)	加藤 大介 新潟大学工学部
WG1 地震動と構造物の応答			佐藤 孝典 清水建設(株)技術研究所
主査	曾田五月也	早稲田大学理工学部	須田久美子 鹿島建設(株)技術研究所
委員	梅原 秀哲	名古屋工業大学工学部	中村 光 山梨大学工学部
	久保 哲夫	名古屋工業大学工学部	畑中 重光 三重大学工学部
	境 有紀	東京大学 地震火力災害部門	平石 久廣 建設省建築研究所
	鈴木 祥之	京都大学 防災研究所	稲井 栄一 (株)間組技術研究所
	西谷 章	早稲田大学理工学部	前田 匡樹 横浜国立大学工学部
	星隈 順一	建設省 土木研究所	増田 安彦 (株)大林組技術研究所
	松本 信之	(財)鉄道総合技術研究所	三島 徹也 前田建設工業(株)技術研究所
	芳村 学	東京都立大学工学部	睦好 宏史 埼玉大学工学部
			矢島 哲司 芝浦工業大学

1. はじめに

一年延長された3年目の委員会活動は、調査研究内容のまとめと最終報告書の作成、その報告書による東京と大阪でのシンポジウムの開催、およびこの課題に関する今後の取組みと展開に関する検討を行った。設計仮定を大きく上回る地震力によって構造物は設計想定変位を簡単に越えて塑性域に深く入り込み、そこでの3次元繰り返し地震力によって耐力は急激に劣化する。現行の設計ではこのような大地震時の挙動は特に考慮されていない。

本報告では、構造物の弾塑性応答性状として、塑性域の繰り返し劣化の影響、実際の3次元的多方向入力の影響、されには、今後の性能設計での重要項目となる残留変位の性状等を、シンポジウムにも用いた委員会報告書¹⁾の中から要約した。大変興味ある結果が幾つか示されている。キーワード：地震動、地震入力、塑性域繰り返し劣化、他方向入力、弾塑性応答、残留変位性状

2. 現行耐震設計の位置付・問題点の要約

2.1 耐震設計における仮定と実際

表-1 地震力の設計仮定と実際

現行の設計	実際の地震動と応答
弾塑性応答解析用入力 ¹⁾ 加速度 400~500 gal 速度 40~50 kine 振動方向 一方向 (X, Y 方向独立解析)	800~1000 gal 80~120 kine 三次元震動
最大応答層間変位角 Rmax=約 1/100	Rmax=1/50~1/30~
過大入力対策：靱性付与 (構造規定による)	Confined Concrete の利用
Rmax=1/30~? (繰り返し劣化) 不十分! ¹⁾	解決法例 ↓ ↓ ↓ Rmax=1/30~1/15~1/10 (この位の変位まで安全)

- | | | |
|--------------|--------------------|----------|
| *1 福井工業大学教授 | 建設工学科 | 工博 (正会員) |
| *2 東京大学助手 | 地震研究所 | 工博 (正会員) |
| *3 東京都立大学教授 | 工学部建築学科 | 工博 (正会員) |
| *4 東京大学教授 | 大学院工学系研究科 社会基盤工学専攻 | 工博 (正会員) |
| *5 (株)構造システム | | 工修 (正会員) |

表-1 に示したように、いくつかの諸点で現行の設計法は実際と異なっており、その違いによる危険性は余り考えられていない。すなわち、

- 大地震時には、仮定入力を大幅に越えた地震力が襲うことが大前提とされていない。
- 地震力は3次元的に襲うのに対し、上下動は無視し特に大変形塑性域においてもX、Y、2方向独立設計が可能であると仮定してしまっている。(塑性域では成り立たないことが本報告書の4と5に示されている。)
- 大きく塑性域に入り、繰返し地震力が作用した場合の耐力劣化性状が考慮されていない。
- “増分解析結果”において、最大変位が塑性域に入っているも、構造規定を満足していれば架構の変形能力は充分ある、と考えるしまう。すなわち、過大入力に対する変形能力のチェックはない。

以上は主要なもののみを示したが、兵庫県南部地震における被害建物の中に、“新耐震基準”

によって設計された建物でも、崩壊あるいは崩壊に近い破壊状態となった建物が少なからずあったことは上記設計上の不備を実証しているといえよう。

2.2 解析地震波と設計上の対応

図-1 にその対応を示す。すなわち、通常の弾塑性応答解析では、最大応答変位に関する地震波の主要動部が注目されているが、主要動によって大きく塑性域に入った場合、その後の中小波の繰返しが耐力劣化を強めている(本報告4.参照)。また、残留変位の観点からは揺れが終わるまでの全波が関係する。以上のように、設計上地震波は最後の部分まで使われるべきである。

2.3 構造物の塑性化と危険性、安全性

構造物が塑性化すると、その固有周期は大きくなり、地盤との共振性が問題となる。図-2 にスペクトル図でその危険化、安全化を示した。

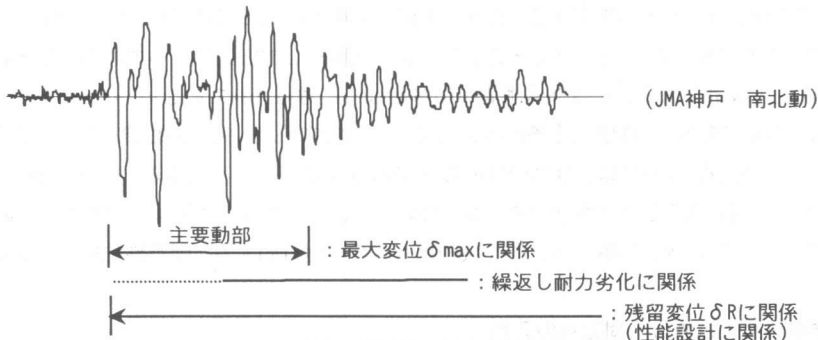


図-1 解析入力波と設計

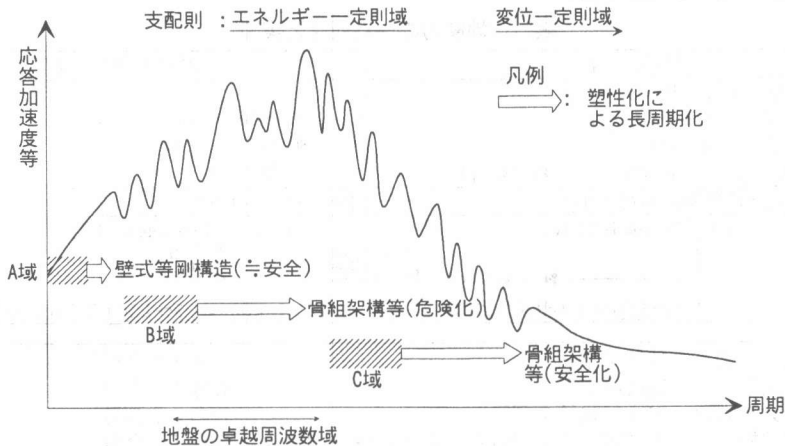


図-2 構造物の塑性長周期化と危険化,安全化