

ライフラインの地震被害と相互連関に関する研究

豊橋技術科学大学学生

○ 杉 義行

豊橋技術科学大学 正会員

栗林 栄一

1) 目的

現代都市では、都市の大規模化・高密度化、ライフラインへの全面的依存といった都市構造の高度化が進んでいる。この様な都市構造の変化と共に、地震被害の内容も変化し、新たな問題も提起されている。ライフラインへの依存度が高まるに連れて、ライフライン地震被害の社会や住民生活に及ぼす影響が大きくなるということは、過去の地震からも認識されている。そういったことから近年、ライフライン地震防災について様々な研究がなされてきた。ところが、これまでの研究ではライフラインの各システムを個別に扱うことが多く、システム間の関連についてはあまり問題にされなかった。そこで過去に起こった地震について、各地震の被害の特徴、都市構造による被害の違い、各地震で実際に起こった相互連関等を詳しく調べ、それを基にライフラインの地震防災上の問題点や、相互連関を考慮した地震対策について検討を行う。

2) 研究の概要

2-1 地震被害の概要

宮城県沖地震、日本海中部地震、ロマブリータ地震の各地震について、地震被害をまとめその特徴を明らかにする。

2-2 ライフライン被害と都市構造の違い

各地震について、社会・住民生活に特に大きな影響を及ぼす、5つのシステムの被害をそれぞれまとめ、都市構造とライフラインの地震被害の関係を明らかにする。さらにその地震対策について検討を行う。

2-3 地震被害におけるライフライン相互連関

実際に過去の地震で起こった相互連関を調べ、その特徴を明らかにする。そしてそれらを基に、相互連関を考慮した地震対策について検討する。

3) 結果

3-1 各地震被害の特徴

ロマブリータ地震は、都市域を形成しているサンフランシスコの湾岸地域に被害が多く見られ、大都市圏の都市機能が著しく低下した。宮城県沖地震は、建築物と商工関係被害の全体に占める割合が大きくなっている。それに対し日本海中部地震は、農林水産・公共土木関係の被害が大きくなっている。これは宮城県沖地震が、建築物、企業、商店などが密集し、都市機能の発達した仙台市を直撃した形となった為であろう。つまり宮城県沖地震は、日本海中部地震よりも都市型の地震であったと言える。

表1 宮城県沖地震・日本海中部地震の被害の概要

地 震	宮城県沖地震	日本海中部地震
発 生 日 時	1978 6/12 17:14 発生	1983 5/26 12:00 発生
震 度 規 模	M7.4 震度階V 仙台(100km)	M7.7 震度階V 秋田(115km)
震 央 位 置	北緯38° 09' 東経142° 10'	北緯40° 21' 東経139° 04'
被害地域	宮 城 県	被害地域全体
人 的 被 害	死者27名 負傷者10,962名	死者104名 負傷者324名
建 築 物	被害額 (円) 全壊 (I) 1,377 半壊 (II) 6,171 一部損壊、浸水 (II) 125,327 非住家被害 (I) 43,238 合計 (I) 176,113	30,000 (百万円) 1,584 3,515 6,994 5,346 17,439
公共土木被害額	28,161 (百万円) 道路・橋梁被害件数 被害額 2,390 10,721 (百万円)	75,747 (百万円) 1,562 14,000 (百万円)
農林水産関係被害額	17,219 (百万円) 商工関係被害額 95,753 (百万円)	49,300 (百万円) 22,278 (百万円)
厚生施設被害額	5,265 (百万円) うち下水道被害額 1,733 (百万円)	2,073 (百万円) 1,079 (百万円)
電力施設被害額	2,960 (百万円)	849 (百万円)
通信施設被害額	850 (百万円)	1,334 (百万円)
都市ガス施設被害額	947 (百万円)	459 (百万円)
鉄道施設被害額	6,300 (百万円) 国鉄のみ	2,600 (百万円) 国鉄のみ
下水道施設被害額	838 (百万円)	1,100 (百万円)
被害総額	268,764 (百万円)	159,184 (百万円)
備 考	ライフライン(電力、下水道、通信、ガス、鉄道)の被害額全体に占める割合9.1%	割合 13.8%

表2 地震被災時及び復旧期におけるライフラインのシステム間相互連関

被害種別	電力	ガス	上水道・工業用水	下水道	公共施設・交通	交通	通信	コンピュータ通信
電力	・	・	・	・	・	・	・	・
ガス	・	・	・	・	・	・	・	・
上水道・工業用水	・	・	・	・	・	・	・	・
下水道	・	・	・	・	・	・	・	・
公共施設・交通	・	・	・	・	・	・	・	・
通信	・	・	・	・	・	・	・	・
コンピュータ通信	・	・	・	・	・	・	・	・
電力	・	・	・	・	・	・	・	・
ガス	・	・	・	・	・	・	・	・
上水道・工業用水	・	・	・	・	・	・	・	・
下水道	・	・	・	・	・	・	・	・
公共施設・交通	・	・	・	・	・	・	・	・
通信	・	・	・	・	・	・	・	・
コンピュータ通信	・	・	・	・	・	・	・	・

3-2 ライフラインの地震被害と都市構造

都市構造と被害の関連についてまとめると、以下のような特徴が挙げられる。(1)地盤条件の悪い地域や、埋め立て地・造成地へ都市を拡大した為に、被害が大きくなった。(2)もともと地盤条件の悪い地域に都市が位置していたため、被害が大きくなった。(3)宮城県仙台市では、市民の交通手段として鉄道利用者が少なく、鉄道停止による道路への転換交通はさほど多くなかった。この様な、もともと交通手段を道路に依存した都市構造が、混乱を少なくしたと言える。(4)一つのシステムの受け持つ範囲が広く、それに依存する人が多い施設で基幹設備に被害が生じた場合、住民生活に大きな影響を与える。

(1)(2)の対策としては、各ライフライン施設・設備を強化すること、(4)については、依存度の高いシステムにおいて、施設・設備の耐震性を向上させる必要がある。また、バックアップシステムの確保・強化も重要となる。

3-3 地震被害におけるライフライン相互連関

各地震で生じた相互連関を表4にまとめた。これを見ると、他のシステムの物理的被害から物理的被害を受ける物は少なく、機能的に影響を受けている物がほとんどである。次に、相互連関を考慮した地震対策を考えると、施設・設備の耐震性の向上、バックアップシステムの充実、無線等による通信の確保等が挙げられる。また、対策を練る上で道路、電力、通信の3つのシステムを特に考慮する必要があることが分かった。

表2 ロマブリータ地震の被害の概要

地 震		ロ マ ブ リ ー タ 地 震
発 生 日 時	1989年 10月17日 17時14分発生(現地時間)	
地 震 測 度	M=7.1	サンタクルーズ(16km)
震 央 位 置	北緯37°02' 東経121°53'	
震 害 地 域	サンフランシスコ湾岸地域	
人 的 傷 害	死者 62名 負傷者 3,757名	
建 物	被害額	
建物類	1,621	
全壊 (PT)	3,858	
半壊 (PT)	17,025	
一部損壊	3,547	
浸水 (PT)	26,046	
物 非住家被害 (PT)		
合計 (PT)		
公共土木被害額	———	
道路・橋梁被害件数	18億ドル	
被害額	———	
農林水産業被害額	———	
廃止関係被害額	———	
厚生施設被害額	300万ドル	
うち上水道被害額	———	
電力施設被害額	———	
通信施設被害額	———	
都市ガス施設被害額	———	
鉄道施設被害額	———	
下水道施設被害額	———	
被害総額	約80億ドル	
備 考		

表3 宮城県沖地震、日本海中部地震、ロマブリータ地震におけるライフラインのシステム間相互連関

被害影響	電 力	ガ ス	上 水 道・ 工 業 用 水 道	下 水 道	交 通		電 話	コンピュ ータ通信
					運 送	鉄 道		
電 力		緊急設備停止 (N)	ポンプ機能停止 (M) (L) 浄水場機能停止 (M) (L) 処理場の電力停止 (L)	ポンプ機能停止 (M) (N) ポンプステーション機能停止 (L)	信号機障害 (M) (N) (L) 電柱倒壊・傾斜による交通遮断 (M) (N)	信号機障害 (M) (N) 動力喪失 (M) (L) 所管設備停電による列車停止 (N)	電話交換機電源喪失 (M) (警報機から受電) 一時機能停止 (L)	予備電源がなく対談本部の通信に支障 (L)
ガ ス	ガス管被害の漏れ (L)							
上水道・工業用水道				自家発電機運転不能 (冷却・潤滑用水不足) (M) (N)	増設等破損による漏水 (M) 漏水の急増・漏れ・漏れ持ち上がり (L)			
下水道								
道 路	道路被害・通行止により復旧円滑 (M) (L)	橋梁追加車の電圧 (M)	路面の沈下とひび割れの急増・水不足 (L)			BAY BRIDGE 道路の急増・通行止 (L)	橋梁追加車の電圧ケーブル切断 (M) 復旧の遅れ (N)	
鉄 道					転落・交通 (M)			
電 話	(全体にわたって) 橋梁に起因する情報連絡障害による緊急・復旧活動の遅延 (M)				電柱倒壊による交通遮断 (M)			
通 信	非常事態による道路復旧の遅延 (M)				道路復旧の遅延・伝達で伝達 (N)			

(N)は宮城県沖地震 (N)は日本海中部地震 (L)はロマブリータ地震

参考文献：都市地域防災とライフラインー現状と将来の技術課題ー土木学会関西支部 都市地域防災からみたライフライン系の相互連関と災害情報システムに関する調査研究委員会