

地震動の即時配信による能動型防災システムの構築
その 8：筑波大学地下共同溝地震観測網

正会員 ○金久保 利之^{*1}
同 折田 潤^{*2}
同 八十島 章^{*3}
同 境 有紀^{*1}

地震観測網 リアルタイム 地震動観測 伝播時間

1. はじめに

著者らは超高密度の地震動観測網と地震情報の即時配信システムを構築し、情報の伝達速度と地震動の伝播速度の差を利用した能動型防災システムを提案している¹⁾。本防災システムの中核を担うのは、地震動情報の即時配信であり、この情報がリアルタイムで的確に得られなければ、システムが機能しなくなるだけでなく、逆に甚大な被害をもたらす可能性もある。したがって、本防災システムを構築する上で、有効に取得でき、かつ利用できる地震動情報がどの程度であるかを解明する必要がある。

そこで、想定している防災システムにおける地震動観測網を擬似的に筑波大学地下共同溝内に構築し、実際に地震動観測を実施する。得られた地震動データを用いて、可変剛性構造物に対するフィードフォワード制御をシミュレーションし、その制御効果を検証する。

2. 筑波大学地下共同溝地震観測網

2.1 概要

筑波大学構内の地下には、南北約 4km の幹線を中心として、延長さ 12km に達する共同溝が配置されている。共同溝内部には水、ガス、冷暖房、電気等を供給するための配管や配線が整備されている。この共同溝内部に地震計を設置し、各設置ポイントを結ぶことによって、高密度な地震観測を可能にし、想定している防災システムを擬似的に筑波大学地下共同溝内に構築した。本学共同溝を利用するメリットとして、①ボーリングデータの存在、②地盤が均質、③内部構造の近似という点が挙げられ、構内の比較的離れた場所において、ほぼ同じ条件でデータの採取を行うことができる。

2.2 地震計設置状況

図 1 に、筑波大学敷地図及び地下共同溝への地震計の設置場所を示す。地震動の伝播状況を確認し易くするため、東西、南北の観測ラインが出来上がるように観測点を選定した。南北ラインは、A、B、C、D、G、H、I、各点を結び、東西ラインは D、E、F、各点を結んだものとしている。各観測点間距離を表 1 に示す。B 点、D 点×2、H 点に検出器内蔵のデータ記録計（SMAC-MD）を設置し、各記録計から 1 ヶ所または 2 ヶ所の計測点に検出器を設置した。D 点に関しては、南北ラインで C 点と G 点とを

結ぶために 1 台、東西ラインで E 点と F 点とを結ぶために 1 台、SMAC-MD を計 2 台設置した。全ての地震計は有線によって連動されており、任意の 1 点にトリガー設定値以上の加速度が入力した場合、一斉に観測を開始するよう設定している。なお、サンプリング周波数は 100Hz である。SMAC-MD、検出器とも地下共同溝の壁面コンクリートに直接アンカーボルトを設け固定した。

3. 地震観測データ

2006 年 1 月までに筑波大学地下共同溝地震動観測網で

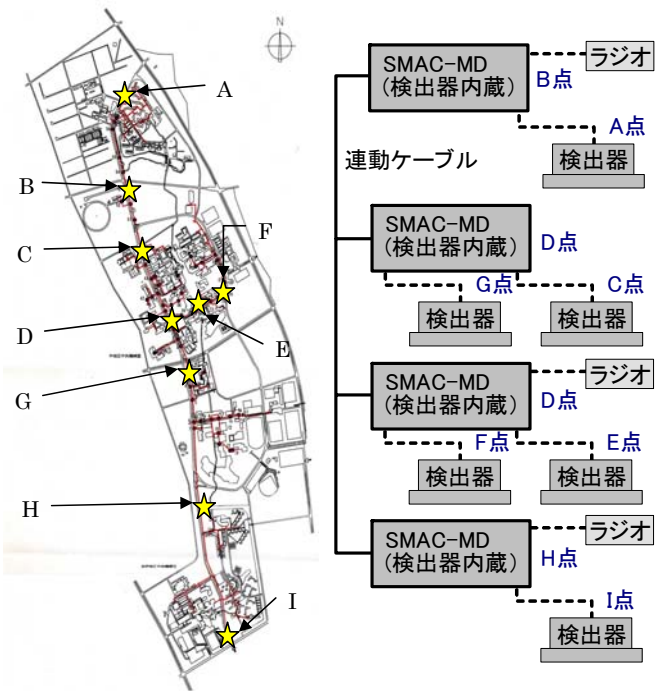


図 1 地震計の設置位置

表 1 観測点間距離

	観測点	距離 (m)
南北ライン	A－B	586
	B－C	294
	C－D	491
	D－G	341
	G－H	812
	H－I	677
東西ライン	D－E	147
	E－F	181

計測された地震動の内、茨城県つくば市で震度 4 が観測された 2005 年 4 月 11 日の千葉県北東部を震源とする地震、及び 2005 年 8 月 16 日の宮城県沖を震源とする地震の 2 つの地震動観測結果を報告する。

3.1 千葉県北東部地震（2005 年 4 月 11 日）

地震発生日時は 2005 年 4 月 11 日 7:22 頃、震源位置は千葉県北東部（北緯 35.7 度、東経 140.7 度）、震源の深さは約 60km、マグニチュード 6.1 という地震動であった。地下共同溝地震動観測網が観測を開始したのは、同日 7:22:29 であった。茨城県つくば市では、震度 4 程度であった。南北ラインの各観測点 EW 成分に関して、図 2 に加速度時刻歴、図 3 にフーリエスペクトルを示す。茨城県つくば市に位置する筑波大学は、震源位置から見て北西の方角にあるため、南寄りの I 点から順に北向きに伝播している様子が確認できる。また、表 2 は、図 8 より各観測点で同位相である加速度のピークを比較することで算出した、地震動の伝播に要する時間差を示している。フーリエスペクトルからは、各観測点において多少の差異は認められるが、卓越している振動数帯域の大きな違いは見られない。

3.2 宮城県沖地震（2005 年 8 月 16 日）

地震発生日時は 2005 年 8 月 16 日 11:46 頃、震源位置は宮城県沖（北緯 38.15 度、東経 142.28 度）、震源の深さは約 42km、マグニチュード 7.2 という地震であった。地下共同溝地震動観測網が観測を開始したのは、同日 11:46 頃であった。つくば市では、震度 4 程度であった。東西ラインの各観測点 EW 成分に関して、図 4 に加速度時刻歴、図 5 にフーリエスペクトルを示す。筑波大学は震源位置から見て南西の方角にあるため、より東寄りの E 点から順に西向きに伝播している様子が確認できる。また、表 3 は地震動の伝播に要する時間差を示している。フーリエスペクトルからは、卓越している振動数帯域の大きな違いは見られない。

4. まとめ

想定している能動型防災システムを擬似的に筑波大学地下共同溝内に構築し、地震観測を実施した。得られた観測データのうち、2005 年 4 月 11 日の千葉県北東部地震及び 2005 年 8 月 16 日の宮城県沖地震に関して、地震動特性、伝播状況を確認し、本地震動観測網内における地震波の伝達に要する時間差を算出した。

謝辞 筑波大学地下共同溝地震観測網は、東京大学地震研究所瀧澤一起先生、坂上実先生の多大なるご協力の下に構築したものである。

参考文献 1) 金久保利之他：地震動の即時配信による能動型防災システムの構築，日本建築学会大会学術講演梗概集，B-2 構造Ⅱ，pp.1017～1024，2004.8

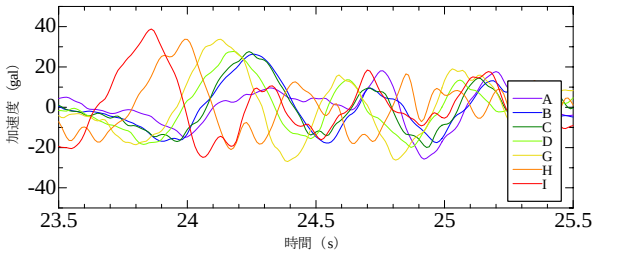


図 2 加速度時刻歴（千葉県北東部地震）

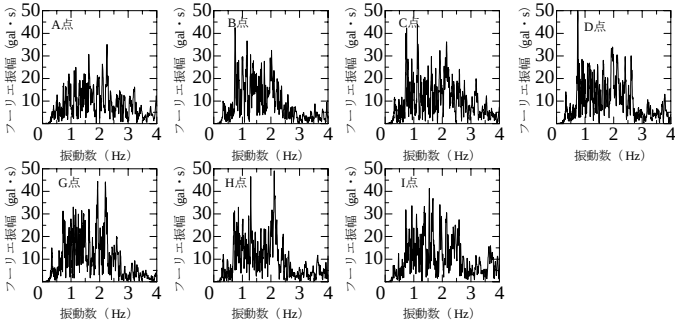


図 3 フーリエスペクトルの比較（千葉県北東部地震）

表 2 地震動到達時間差（千葉県北東部地震）

観測点間（距離）	時間差（ms）
I-H（677m）	140
H-G（812m）	170
G-D（341m）	60
D-C（491m）	60
C-B（294m）	40
B-A（586m）	40

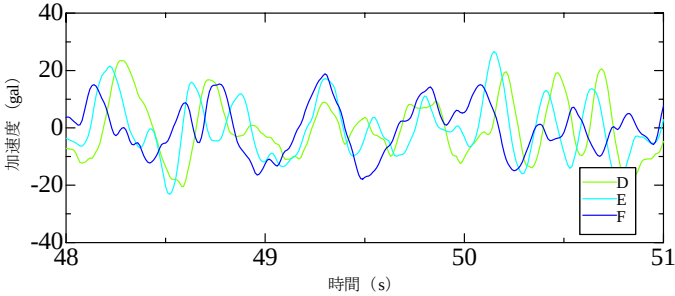


図 4 加速度時刻歴（宮城県沖地震）

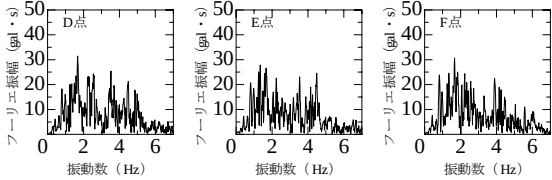


図 5 フーリエスペクトルの比較（宮城県沖地震）

表 3 地震動到達時間差（宮城県沖地震）

観測点間（距離）	時間差（ms）
F-E（181m）	80
E-D（147m）	60

*1 筑波大学大学院システム情報工学研究科助教授

*2 積水ハウス

*3 筑波大学大学院博士課程システム情報工学研究科

*1 Assoc. Prof., Graduate Schl. of Systems and Inf. Eng., Univ. of Tsukuba

*2 Sekisui House, Ltd.

*3 Graduate Student, Univ. of Tsukuba