地中波動源により模型地盤表面に生じる変位応答の

ー算定手法について

東京理科大学理工学部 学生員 渡辺 康人

東京理科大学理工学部 正会員 森地 重暉

東京理科大学理工学部 正会員 川名 太

1.はじめに

プレートの移動に伴い断層部にはダブルカップルが生成される.断層がずれることで蓄積されたひずみエネルギ ーが解放され,それが波動として伝播し,地表面で地震動が生ずるものと理解される.これらの波動現象の究明方 法としては,強震観測,数値解析等が行われ目覚しい成果を上げているが,模型実験の活用でより究明が深まるも のと考えられる.しかし,模型実験の実施例は他の解析に比べて少ないのが現状で,実験解析の進展が切望される. そこで本文では,ダブルカップルにより生じる地表面での変位時刻歴について,模型実験結果をもとに重ね合わせの 手法を用いて算定することを試みた.

2.実験計画及び実験方法

剛基層上に半径 60cmの円柱状の弾性層があり、その中央部にダブルカップルが生じた際の模型表面での変位時刻 歴を求めた.模型材料として、剛基層には鋼材を、弾性層にはアクリルアミドゲルを用いた¹⁾.このゲルは他の模 型材料に比べ弾性率が格段に低く、波動現象の速さを低減できるので、波動の発生や現象の把握等の実験実施面で 有利である.

Fig-1 には,実験模型の詳細図が示されている.弾性層の円周境界は,変位が固定されている.地盤模型は1層 地盤及び2層地盤とした.2層地盤では,表層の層厚が厚い場合と薄い場合を扱った.各実験の概要がTable-1に 示されている.ダブルカップルの生成は,図中に示されているように模型地盤内に正方形を想定し,各頂点を対角 線方向に押しと引きを生じさせることで行うことができる.各頂点での押しと引きを同等とすることは実験の実施 面で困難を伴い,誤差も生じやすい.そこで,1つの頂点で加振を行い,得られた結果を重ね合わせてダブルカップ ルにより生ずる変位を算定することにした.加振のために円の中心より1.5cm離れた位置に直径1.0cmの真鍮製の 丸棒が埋めこまれている.丸棒は下部を固定して片持梁とし,その自由端部が底部より5.9cmの位置まで模型地盤 内に挿入されている.棒の中位レベルを電磁式加振器により加振した.

加振に伴い生ずる模型表面での変位はレーザー式変位計を用いて測定した.ダブルカップルで加振すると,最大 せん断応力の方向と直交する方向で円周方向の変位が最大となる.また,理論上では加振方向を基準に線対称の位 置で同じ変位が得られる.以上のことを考慮して変位測定位置を決定すれば,測定点及び実験回数を減らすことがで き,実験の精度,実験実施の上で有効である.Fig-1 中の番号は測点番号を意味し,後に示される変位波形のチャン ネル番号(ch)と対応している.

3.実験結果と考察

各実験で得られた結果を対称性及び加振方向を考慮して重ね合わせることで,ダブルカップルにより生じる変位 時刻歴を算定した.実験の実施にあたり,任意の加振が困難な場合でも,パルス状の応答が得られていれば目的を 達することができる.そこで,実験では5波の正弦加振を行い,その変位の測定結果を半波長ずらしてもとの波形 と重ねあわせ0.5波の正弦加振に対する変位時刻歴を求めた.

実験の一層地盤と実験の上層厚の厚い二層地盤の結果を比較すると,増幅率に違いがあるが変位の発生状況 等はよく似たものであった.また,各測定点での変位は加振の変位波形と同様な様相を呈し,波の立ち上がりは理 論上の実体波の到達時刻と一致していた.実験の層厚の薄い場合の結果では,波の立ち上がりについては同様で あるが,それ以後に大きな振幅の波が確認された.実験では,上層厚の数倍の位置で変位を測定しており,波動

キーワード 模型実験,ダブルカップル,Love 波 〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641 Tel 04-7124-1501 Fax 04-7123-9766

-503-

エネルギーが蓄積されて変位波形に影響を与えたものと考えられる.それに対して実験では,上層厚に比して近い位置で変位を測定していることになり,実体波が優勢であったものと思われる.

各実験結果について,得られた変位波形を重ねあわせて 5~ 15Hz で加振した場合の変位時刻歴を算定した.また,波の伝播状 況を明瞭にするために 3 波での正弦加振によるものを求めた. Fig-2 には,一例として実験の加振振動数を 9.2Hz とした場合 の変位時刻歴が示されている.1ch は,加振の変位を表している. 図中には,伝播距離と弾性層の横波速度より算出した実体波の理

Table - 1 実験概要				
				横波速度
			(cm)	(m/s)
	実験	基層	8.8	1.67
		表層	-	-
	実験	基層	8.8	1.67
		表層	11.4	0.62
	実験	基層	8.8	1.67
		表層	2.9	0.62

論到達時刻が発振時刻とともに示されている.これより各測定点での変位の発生は実体波によるものであるといえる.また,4,5chに注目すると実体波の到達以後に波群が確認できる.これは,実験 および とは様相が異なっている.各々の振動数における算定結果でも同様なことがいえる.そこでこの波群の位相速度を求め,分散性を調べるとLove 波により説明できることが明らかとなった.

4. 結び

本手法の有効性を示すために,模型実験結果をもとに半波の正弦加振による模型表面での変位を算定し,それを 重ね合わせることでダブルカップルにより生じる波動現象を調査した.2層地盤の基層部にダブルカップルが作用 すると,震央付近では実体波の影響が大きく,震央から離れると表面波が生成されることが実験的にも示された. 参考文献

(1)森地重暉・江口和人:地盤内の波動伝播問題に対するゲル状材料を用いた一模型実験法,土木学会論文集,No.489,



pp.197~206,1994.