地震工学(佐伯担当) 試験問題 (2024年12月20日)

このテストは100点満点で採点し、0.5倍の点が最終評価に加算されます。

問1.(解答は表面左) 以下の文章の()内に入るもっとも適切な語句, 式, 図を示せ。(3点×10問=30点)

地盤は一般的に層をなしており, 平野部では N 値が50以上である(語句1)の上に(語句2)が存在する. この地層は比較的新しく, 非常に柔らかい場合もあるので, 注意を要する. ここでは, (語句1)の上に, 厚さ H , 密度 ρ , (語句3)速度 V_s の柔らかい層が載っており, 鉛直下方から(語句3)が入射した問題を考えることにする.

まず, 地表面に沿って x 軸を, 鉛直下向きに z 軸をとる. 任意の位置の微小要素が(語句3)の伝搬により変形された様子を図示すると(図4)を得る. ここで r は z 軸と直交する面に発生しているせん断応力である. 微小要素の x 軸方向の変位を $u(t, z)$ で表すと, 運動方程式は(式5)になる. この式を Taylor 展開し, 式を整理すると u と r に関する偏微分方程式を得る. さらに, (語句6)より $\tau = G\gamma$ であることから, 代入して整理すると波動方程式を得る. ここで, $u(t, z) = u(z)e^{i\omega t}$ とすれば, $u(z)$ に関する常微分方程式を得る. さらに $u(z)$ の一般解を求めると(導出7)を得る. この一般解に, 地表面の境界条件を適用して未定係数を $u(0)$ で表せば(導出8)を得る. さらに, この未定係数を $u(H)$ の式に代入すれば, $u(0)/u(H)$ の式を得る. この式から, 層の厚さが(語句9)であるとき, 地表面の変位が最も増幅されることが分かる. また, $H = 20\text{m}$, $V_s = 100\text{m/s}$ であった場合, 共振を避けるためには構造物の固有振動数は(導出10)Hzを避ける必要があると言える.

問2.(解答は表面右) 以下の問に答えなさい。(5点×4問=20点)

- 1) 震度とマグニチュードの違いが分かる様に, それぞれの語句を簡潔に説明せよ.
- 2) 地震モーメントの式 $M_0 = \mu DS$ を構成するパラメータ μ, D, S が何か簡潔に説明せよ.
- 3) 断層面積が100倍, 平均変位量が10倍になったとき, モーメントマグニチュード M_w はどれだけ大きくなるか計算せよ.
- 4) 「スロースリップ」について簡潔に説明せよ.

問3.(解答は裏面左) 以下の問に答えなさい。(5点×4問=20点)

- 1) BCPとは何か, サプライチェーンという単語を使って簡潔に説明せよ.
- 2) 地震保険の仕組みや特徴について簡潔に説明せよ.
- 3) レベル2地震動とはどのような地震動か簡潔に説明せよ.
- 4) 構造物の要求性能にある安全性・修復性・使用性の違いを簡潔に説明せよ.

問4.(解答は裏面右) 地震波の伝搬に関して, 以下の問に答えなさい。(10点×3問=30点)

- 1) 地震波の幾何減衰と非弾性減衰について, 違いが分かる様に説明せよ.
- 2) 地震学では, 非弾性減衰の効果を表現するために, 一般解に含まれる弾性波速度を複素数にする. この式を使って, 周波数によって減衰の仕方が異なることを説明せよ.
- 3) 東北地方太平洋沖地震では, 遠方の免震対策が施された高層ビルが大振幅で揺れた. その理由を説明せよ.

注意事項

- 1) 机上に置く事ができるものは、鉛筆、シャーペン、消しゴム、定規、時計、自筆のノートのみ。その他の物(筆箱も含む)は鞆に入れ、鞆は自分の椅子の下に置くこと。
- 2) 試験開始の合図があるまで、筆記用具を手に持たないこと。
- 3) 携帯電話の電源を切っておくこと。マナーモードも原則として不可とする。
- 4) 問題用紙・解答用紙をそれぞれ 1 枚ずつ配布する。解答用紙は、縦に半分に折って使用すること。これにより表面左、表面右、裏面左、裏面右の 4 つの解答区域を得る。各問題に対して、それぞれ指示された区域に答案を作成すること。指定区域以外に記述された解答は採点しない。

学籍番号		氏名	
問 1	問 2	問 3	問 4
表面 左	表面 右	裏面 左	裏面 右

- 5) 解答では、最終的な解答のみを記述するのではなく、なぜその解答に至ったか、その根拠も示すこと。ただし、解答方法に関して特別に指示がある問題はその指示に従うこととし、文章の()を埋める問題については最終的な回答のみを示すこと。
- 6) 図は、定規などを使用して丁寧に描くこと。
- 7) この問題用紙は、テスト終了後は各自で持ち帰ること。
- 8) 試験開始後、答案を回収し終えるまで部屋を出ることはできない。トイレなど特別な事情がある場合には、手を挙げて試験監督の指示に従うこと。
- 9) 15 回目の授業において答案を返却し、模範解答や採点基準を説明する。特別な事情がない限り、採点ミスなどの異議申し立ては、15 回目の授業終了までとする。授業終了時点で成績は確定となる。