

地震工学(佐伯担当) 試験問題 (2021年10月29日)

このテストは100点満点で採点し、1/3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を記述しなさい。(3点×10問=30点)

日本は地震が多いが、これは日本周辺に4つのプレートが存在するためだと考えられる。地震の観測によりプレート境界の形状が調べられており、ユーラシアプレートと北米プレートの下に、(語句1)と太平洋プレートが沈み込んでいる。地震の多くは、このプレート境界面で発生している。さて、(語句2)を用いた観測により、プレート間に年間数cmの相対変位が発生していることが分かっている。プレート境界面の一部が固着していると、プレート間に相対変位が発生した際に、その固着域の周辺では(語句3)が蓄積する。地殻内の(語句4)が岩石の強度を超えると、岩石が破壊し、この破壊が伝播していく。これが地震の発生メカニズムである。そのため、地殻内に蓄積されている(語句3)が大きいほど、解放されるエネルギーが大きくなり、地震の規模が大きくなる。

地震の大きさは、一般的に(語句5)で表される。(語句5)は、地震時に解放されるエネルギー E の対数に比例するため、(語句5)が1増加すると、 E は(語句6)になる。これとは別に、ある地点での揺れの強さを表す指標として(語句7)がある。同じ地震でも、震源に近いと(語句7)は大きくなり、遠いと小さくなる傾向がある。

地震波は、一般に実体波と表面波に分けられ、実体波には(語句8)とS波がある。(語句8)は膨張・収縮変形が媒体を伝わる現象であり、S波はせん断変形が媒体を伝わる現象である。地盤は深いところほど硬いため、地殻内を伝播する間に地震波の進行方向は徐々に変化し、地表付近では鉛直下方から入射する。そのため、我々が地震を感じる際には、まず(語句9)方向に揺れ、その後(語句10)方向に大きく揺れる。

問2.(解答は表面右) 以下の問に答えなさい。(20点)

- 1) モーメントマグニチュードの計算に用いられる地震モーメントは $M_0 = \mu DS$ であらわされる。この式を構成するパラメータ μ, D, S それぞれの名称と単位を示し、 M_0 の単位を導出せよ。(10点)
- 2) 地殻内には「地震の空白域」と呼ばれる領域があるが、どのような領域か説明せよ。(10点)

問3.(解答は裏面左) 地震応答スペクトルについて、以下の問に答えなさい。(20点)

- 1) 地震応答スペクトルの計算では、1自由度系の振動問題が解かれる。質点の変位を $y(t)$ 、質点の地盤からの相対変位を $x(t)$ 、地震動(地盤の変位)を $z(t)$ として、 $x(t)$ に関する微分方程式を導出せよ。ただし、必要なパラメータ等は自分で設定すること。(10点)
- 2) ある地震動 $\ddot{z}(t)$ に対して構造物が壊れないように設計したい。この問題について、地震応答スペクトルの活用方法を説明せよ。(10点)

問4.(解答は裏面右。ただし、解答欄が不足する場合には、問3の解答の下に続きを記述しても良い。) 岩盤の上に厚さ H の表層が堆積している地盤に、鉛直下方から地震波が入射するときの地震波の増幅特性を調べたい。ただし、必要なパラメータ等は自分で設定すること。(30点)

- 1) 地盤内の微小要素がせん断変形される様子を図示し、微小要素の運動方程式を導出せよ。(5点)
- 2) 上記1)を適切に変形すると、波動方程式を得る。波動方程式の一般解のうち、深さ z の依存項は次式となる。この式を用いて、地表面変位 $u(0)$ と岩盤上面の変位 $u(H)$ の関係を導出せよ。(20点)

$$u(z) = Ae^{i\frac{\omega}{V_s}z} + Be^{-i\frac{\omega}{V_s}z}$$

- 3) 上記2)の結果を用いて、地震波のうち、どのような成分が増幅されるかを説明せよ。(5点)

注意事項

- 1) 机の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、筆記用具を手を持たないこと。
- 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。
- 5) 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。
- 6) 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。
- 7) 図は、定規などを使用して丁寧に描くこと。
- 8) この問題用紙は、テスト終了後は各自で持ち帰ること。
- 9) 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。