

電力中央研究所 正員 堀見 哲
宮崎大学 正員 堤 一

(1) まえがき

地表面に基礎という構造物が存在すると、そこに振動系が生じる。本報告では、入力損失効果よりはむしろ基礎・地盤連成系による地震波の増幅が問題となる平面的に小さな基礎を取り扱った。その結果、基礎・地盤系の固有振動数 f_b と構造物の固有振動数 f_s との比 f_s/f_b を採用すれば、基礎での地震入力増幅度が容易に求まることわかった。また、構造物の耐震強度がその最大応答値によって決まる場合の設計地震入力波形として共振正弦波波形が妥当であることを示している。

(2) 基礎による地震増幅度

図1に示したモデルを用いて本検討を実施した。基礎を支える地盤は、ばねとダッシュポットでモデル化され、基礎は並進・回転の連成振動の自由度を与えている。基礎・地盤系の固有振動数は重要な因子となるが、この f_b は前大会で報告した簡略式¹⁾が利用できる。

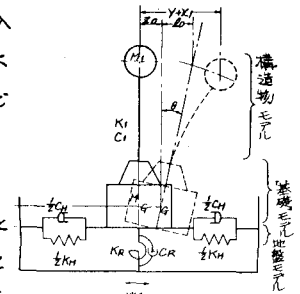


図1 検討モデル

基礎・地盤系の減衰定数が構造物の応答に与える影響を調べるため並進振動と回転振動のそれぞれに関わる減衰定数を変化させ検討を行なった。基礎ここで用いた値は地下遠散減衰を参考としている。その結果が図2に示されている。縦軸の「基礎による増幅度」とは「構造物単体の応答値」に対する「構造物・基礎・地盤系(図1)として求めた構造物の応答値」の比である。横軸として「基礎・地盤系の固有振動数 f_b 」に対する「構造物単体の固有振動数 f_s 」の比を採用している。(以下の図においても同じ座標軸を採用する。)この図より、 f_s/f_b が0.5以下では基礎・地盤系の減衰定数は構造物の応答値に影響しないことがわかる。

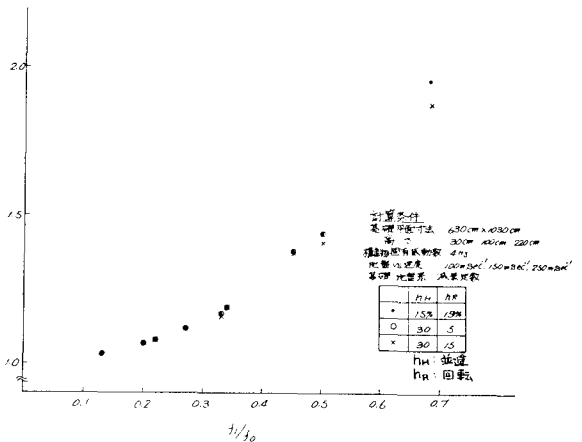


図2 基礎・地盤系減衰定数の基礎による地震増幅度への影響

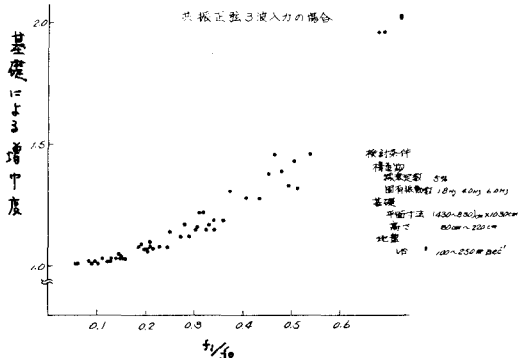
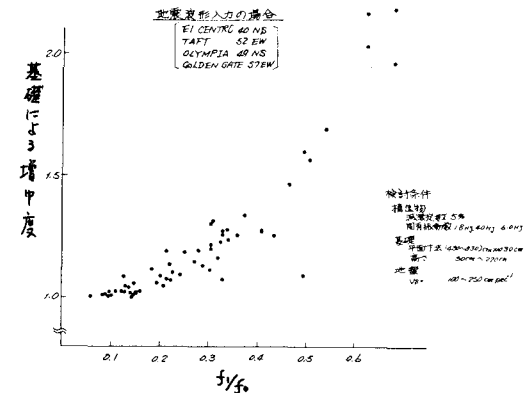
図3 基礎による地震増幅度～ f_s/f_b 関係

図3には、基礎寸法・構造物固有振動数・地盤弾性（S波速度）および地震入力波形を種々変化させて求めた基礎による地震増幅率 β に対して示されている。応答に影響する因子を種々変化した β を用いて整理すると基礎による地震増幅率 β に依存する様子が理解できる。 β が大きくなるにつれそのバラツキは小さくなる。図4には、構造物の減衰定数が5%の場合（図3）および15%の場合の結果をもとに最小自乗法により求めた平均値が示されている。これらの図より、 β が0.5以上になると基礎での地震増幅率は急激に増加すること、0.5程度以下であれば基礎での地震増幅率は基礎寸法・地盤弾性および減衰性、構造物の固有振動数および減衰定数、入力地震波形に関わらず図4から概略の推定が可能であることがわかる。すなわち、 β は筆者の提案が容易に求まり、また構造物の f_1 は振動台実験や数値解析で得られるため図4より増幅率が求まる結果、構造物の耐震性検討が容易になる。

(3) 共振正弦N波入力

所定地点に到達する地震波の諸特性については鋭意研究されているがその決定が容易でないのが現状である。設計入力地震波として、実地震波と等価性があり、しかも、計算はもとより実験時にその再現性が容易であることが望ましい。設計地震波として「共振正弦N波」法が採用される場合がある。この手法は、今対象とする振動系に対して、その共振振動数と同じ振動数をも有する正弦波をN周期繰り返して載荷し極大振幅状態を生じさせるものである。金井博士は観測地震波を解析し卓越振動数と有する波が3~4半波程度連続することを指摘しており、この正弦N波入力の採用は工学的に意味があるものと考えられる。

図5には、1958年から1975年の間に日本で観測された約210個の地震波形の応答スペクトルから求めた最大応答値および共振正弦波入力に対する応答値とが示されている。同図中には上述の平均応答スペクトルも示されている。この図より、実地震波に対する応答値は、共振正弦2波入力に対する応答値を上まわるものが1割程度存在するが共振正弦3波入力に対する応答値を上回るものは存在しなかった。すなわち、最大応答値によってその耐震性が決まる脆性材料からなる構造物に対しては、共振正弦2波入力の採用は耐震工学的に妥当な考えであると云える。しかし、1割程度の破壊確率の許容が前提となるので、その事故が社会活動に及ぼす影響を重視する構造物については、共振正弦3波入力の採用が妥当なものであると判断される。

(4) 参考文献

- 1) 堀見他：浅い基礎の振入れ効果，第32回年次学術講演会概要集第1部，昭和52年10月 pp. 448~449
- 2) 金井清他：建築構造学大系1，地震工学，彰国社，昭和53年11月，pp. 12~13.

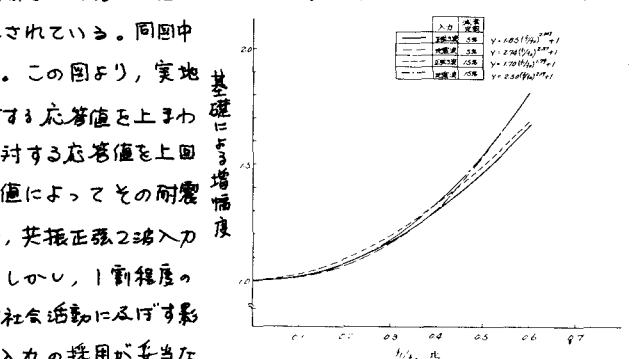


図4. 基礎にお地震増幅率 β 関係

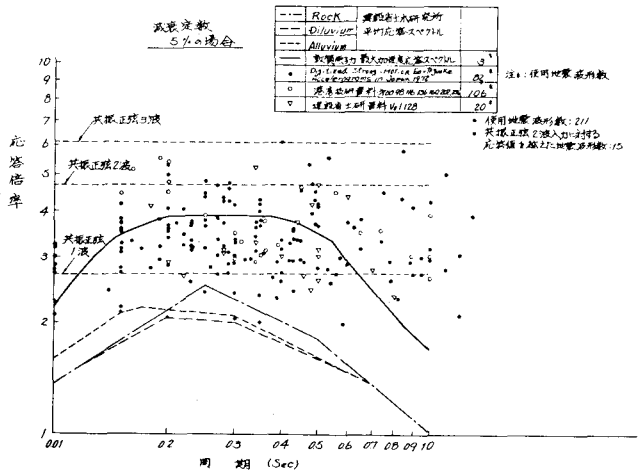


図5 共振正弦N波入力に対する応答値と地震波形入力に対する応答値との比較