

土構造物の設計に用いる設計降雨に関する検討

（財）鉄道総合技術研究所 正○小島謙一，正 館山 勝
中央開発（株） 正 橋本和佳，正 西原 聡

1.はじめに

各種の土木構造物が限界状態設計法に移行され，土構造物においても限界状態設計法による設計法の整備が必要とされてきている．土構造物の限界状態設計法による性能評価にあたっては，降雨の影響を無視することはできず，設計方法を検討するにあたって適切に評価することが重要となる．降雨の影響を評価するには，作用として降雨量を設定し，それを用いて土構造物の応答値を算定することにより評価することとなるが，具体的な検討方法については十分に確立されていない．本論文では，土構造物における降雨の影響を検討するための作用力として働く降雨について，地域特性や確率降水量を求め，日本における降雨の特性を評価したものである．

2.設計に用いる降雨の種類

降雨には時間の違いにより年降水量，日降水量，時間降水量，10 分間降水量などがある．これらの中から使用目的に応じて適宜，適切な降雨を選定する必要がある．例えば，定常状態の盛土の水位などを求めるには年間を通した降雨が必要となるため年雨量，盛土の安定など降水による一時的な安定性を評価するには日雨量や時雨量が用いられることが多い．また，10 分間降水量のような時間の短いものは排水工の設計時に使用される．

3.降雨の地域特性

地域特性を評価するため，年降水量をもとに図-1，2 に示すコンターを作成した．なお，本検討においてはそれぞれの降雨について，データ数が多く，新しいデータまでであることから気象庁官署（1961 年～2000 年）のみのデータを使用した．図-1 は平均年間降水量，図-2 は最大年間降水量のコンター，図-3 に平均年間降水量のヒストグラムを示す．コンターから九州，四国地区や近畿地区において降水量が多く，北に進むにつれ減少し，東北・北海道地区では九州や四国地区の約 1/2 となっている．また，平均値と最大値を比較すると，500～1000mm 程度の差が見られる．図-3 からは日本の年間降水量が 1000mm～2500mm の範囲に概ね分布していることもわかる．よって，日本の降水量分布の地域特性は，最大地域と最小地域では 2 倍程度異なること，概ね 1000mm～2500mm/年の範囲であることが理解できる．

4.確率降雨の検討

いくつかの限界状態に対応する設計降水量を定めるにあたっては，降雨確率年を定めることが重要となる．現

キーワード：土構造物，地域特性，確率降雨，限界状態
連絡先：（住所）〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38，（TEL）042-573-7261，（FAX）042-573-7248

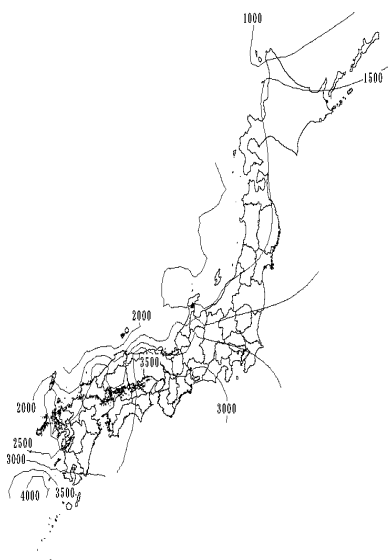


図-1 平均年間降水量コンター
(1961-2000 年)

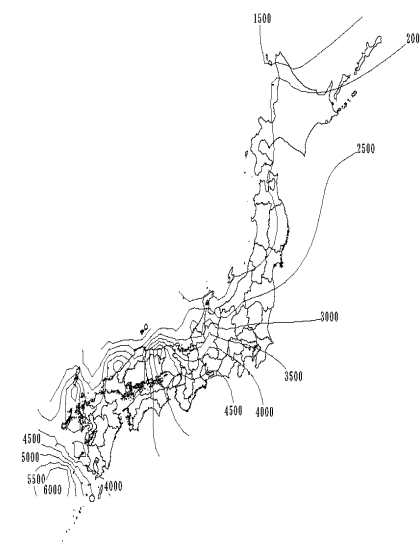


図-2 最大年間降水量コンター
(1961-2000 年)

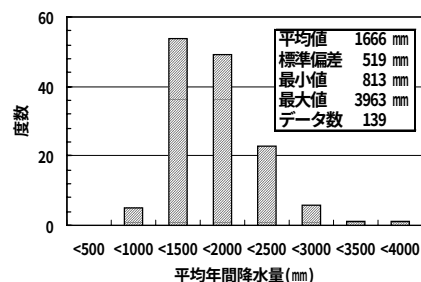


図-3 平均年間降水量（気象観測点）

在，用いられているものとしては石黒による全国日確率降雨図などがあるが，①降雨確率年が 2～100 年までである点，②使用した降雨記録が 1968 年以前の 25 年間でデータが古い点が問題となる．土構造物における降雨の限界状態を検討するにあたっては，(a)100 年以上の降雨確率年を考慮する可能性があること，(b)多くの確率年から，より適切な確率年の設定が必要であること，(c)局所的な集中豪雨など近年の気象状況を取り入れる必要があることから，実観測記録を用いて確率降水量を求めることとした．計算した地点は各地域性の評価も同時に実施するため，**図-1, 2**の分布及び日本における地域分類から，北海道，東北（西），東北（東），関東（北），関東（南），北陸，中部，近畿，中国，四国，九州に 11 分類し，各地域の最大降雨量を示した都市について計算した．計算手法は日本の水文学において多く用いられており過去の実績がある点，多くの設計基準において用いられている点，標本による誤差の影響が少ない点から，前述の石黒が全国日確率降雨量図作成で用いた岩井法¹⁾とした．

5. 確率降雨の計算結果

岩井法を用いて，確率降水量（年降水量，日降水量，時間降水量，10 分間降水量）を求めた．**図-4～7**に結果を示す．どの時間降水量においても，確率年の対数軸に対して降水量がほぼ線形関係にあることがわかる．したがって，確率年が増加するにつれて降水量の増分は減少する．地域性に関しては 10 分間降水量を除けば，**図-1, 2**に示す年降水量による地域特性と相関性があり，中部（尾鷲），近畿，四国，九州地区における降水量が多く，また対数確率年に対する増加勾配（確率降雨年－降水量関係の勾配）も大きい．各降雨量について最大箇所と最小箇所の比を求めると，2～5 倍程度となった（年，時，10 分間降水量については概ね 2～3 倍，日降水量については 5 倍程度（100 年確率で比較））．10 分間降水量は近畿や東北西部が大きく，他の時間降水量とは地域特性の傾向が異なった．

6. まとめ

土構造物において設計時に降雨の影響を検討するための降雨について，地域特性と確率降雨をもとに検討した．地域特性については年降水量をもとに検討し，最大で 2 倍程度降水量に差があることや 1000～2500mm/年程度の範囲にあることが分かった．また，各種時間における確率降雨を求め，確率降水年－降水量関係を整理した．

その結果，確率降雨が確率年の対数軸に対して降水が線形関係となる点，地域性がある点，10 分間降水量は傾向が異なる点が理解できた．今後は，この結果をもとに

数値解析を実施し，設計計算に適切な降雨モデルの構築を検討していく予定である．＜参考文献＞ 1)岩井・石黒：応用水文統計学，1970，森北出版．

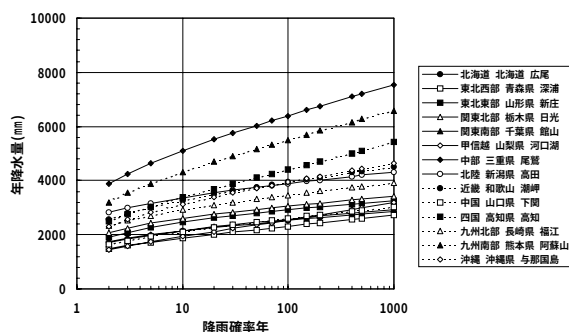


図-4 確率降水量計算結果（年降水量）

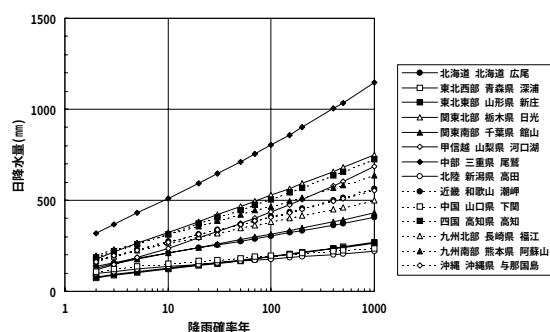


図-5 確率降水量計算結果（日降水量）

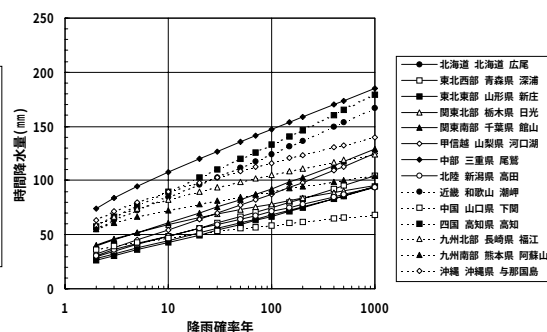


図-6 確率降水量計算結果（時間降水量）

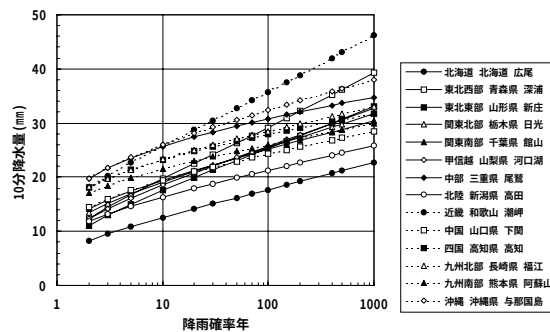


図-7 確率降水量計算結果（10 分間降水量）