

清水建設(株) 横浜支店 正員 隈元 力
 武蔵工業大学 工学部 正員 星谷 勝
 清水建設(株) 大崎研究室 正員 ○石井 清

1. はじめに

土木構造物の施工例の中には施工時の安定不足による事故やトラブルは決して少なくない。施工段階において事故やトラブルが多い理由は、経済性を優先して仮設工事を軽視する安易な姿勢にもよるが、土木構造物が自然を相手にするために本来、不確定な要因が多いこと、施工中構造物が力学的にみて不安定なものが多いこと、さらに施工の進捗により次第に強度条件が変わることなどから設計方法が確立していないためである。また最近の土木工事の大規模化・複雑化に伴い施工条件はますます厳しさを増し、業者間の過当競争から従来に例を見ない施工計画が考えられることも多くなってきている。このため施工中構造物の安全性を評価し代替案を適切に選択する手法の開発は建設業にあって急務なものになっている。本研究では、(仮設および)施工中(本体)構造物の最適設計についてその考え方を整理し、基本的な解析モデルを提案する。

2. 施工中構造物の信頼性解析の考え方と解析モデルの基本条件

施工中構造物の信頼性解析を難しくしている要因として次のものが考えられる。すなわち、① 対象とする構造物により施工計画が大きく変わること、② 荷重として時間・季節的に変動するものがあること、③ 施工中構造物の強度が施工の進捗に従って変動すること、④ 施工中の事故やトラブルの回数が限定できないこと、⑤ 事故やトラブルの程度が千差万別であること、また、その対策・復旧方法も現状復帰ではなく抜本的な変更がありうること、⑥ 事故に伴う損失額や工期の遅れについての予測がむずかしいこと、⑦ 施工業者に納期厳守の思想があり工事の大幅な遅れに対して突貫工事も辞さないことなどである。

上記の要因の多くは相互に関係を持つので解析は大変難しいものになる。このことから解析モデルとして次に示す条件を設けることにより、実際への適用性が高いと思われる方法を提案することにした。すなわち、② および ③ については、施工の進捗に従って施工段階をいくつかに分けることにより、その影響を考慮する。④ において対象とする事故・トラブルは、外力による荷重作用により施工中構造物に生じる構造力学的な損傷のみとして、損傷を受ける回数は、2回までとする。ここで損傷回数を2回までとした理由は、2回以上損傷を繰り返すようであれば、施工変更あるいは施工計画全体の見直しがあると考えられるためである。⑤ 荷重作用による施工中構造物の損傷の程度は、数種類、例えば、軽微な損傷、重大な損傷(破壊)の2つにわけ、復旧は現状復帰を原則とする。⑥ 事故に伴う損失額また工期の遅れに関する評価は、想定される事故・トラブルに対する専門家、この場合、現場技術者へのアンケートの回答によるものとする。また⑦ 工事の遅れがでた場合、それを取り戻すような施工変更に伴う施工時期の変化は考慮せず、工事の遅延による工事費の増加(突貫費)あるいはペナルティーの支払いのみを考慮する。

3. 施工中構造物の信頼性評価の定式化

施工中構造物の1つの代替案が与えられたときの信頼性評価の解析手順を以下に説明する。ここでは例として施工段階が2段階からなる施工中構造物の解析ケース(組合せ)を図-1に示す。解析では各施工段階において損傷を受ける可能性を考慮し、その損傷回数を2回までとしている。さらに損傷の程度は軽微な損傷、重大な損傷(破壊)の2つに分けた。ここで軽微な損傷を受けた場合は補修後、次工程に進むものとし、重大な損傷は施工中構造物の破壊(崩壊)を意味するものとして、撤去後、施工段階1から作り直すものとしている。各施工段階において損傷を受けた場合の、工事の遅れ(片付け・復旧に要する日数)および損失工事費は、各施工段階に要する施工日数と工事出来高の予測値をもとに専門家に対するアンケートの回答から施工段階と損傷の程度に分けて評価する。また工事の遅れがでた場合、遅れを取り戻すように施工計画を変更することが考えられる。この変更に伴う日程へのフィードバックは無視することにして、工事の遅延による工事費の増大

のみをペナルティーにより考慮する。このペナルティーは、専門家へのアンケートの回答をもとに定める(これには突貫工事による工事費の割増しを含めることとする)。また各施工段階における損傷確率は確率論的に評価する。ここで荷重特性は統計資料をもとに施工時期と施工期間をパラメータとする最大値分布で表し、荷重強度は損傷の程度により、構造信頼性解析の結果また専門家へのアンケートの回答を参考に決定する。施工中構造物の損失工事費の期待値は各解析ケースの損失工事費とその生起確率から求められる。

4. 施工中構造物の最適設計フロー

3. では施工中構造物の1つの代替案に対する信頼性評価の方法を概説したが、この解析から得られる損失工事費の期待値に(初期)建設工事費を加えることにより、その代替案の期待総費用が求められる。そして期待総費用を1つの指標として最適な代替案が選択される。以上に述べた施工中構造物の最適設計フローを図-2に示す。

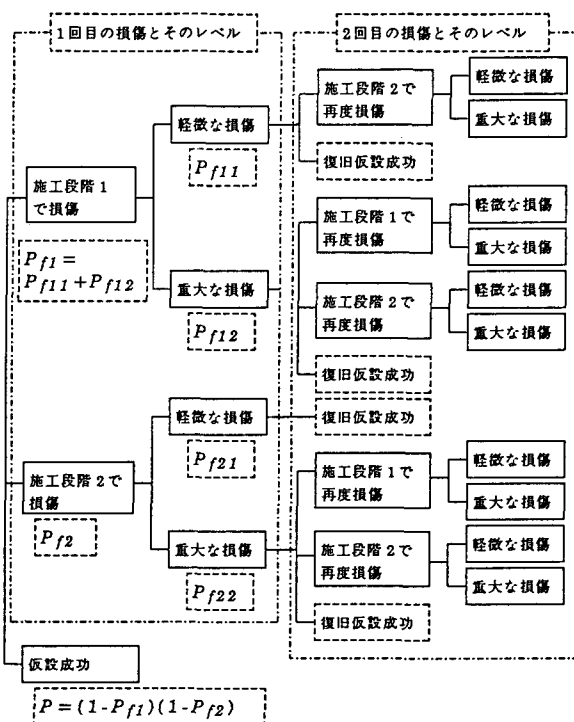


図-1 解析ケース（施工段階が2段階の場合）

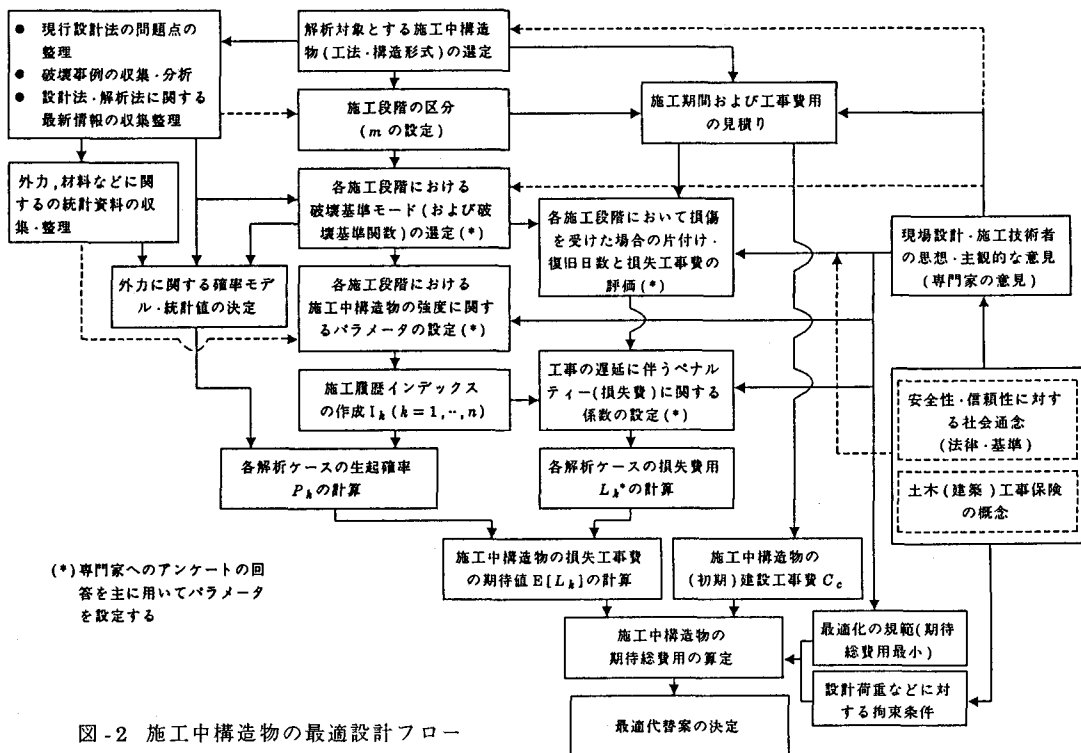


図-2 施工中構造物の最適設計フロー