

論文審査の結果の要旨

報告番号	博（生）甲 第 232 号	氏名	小西康彦
学位審査委員会		主 査	高橋和雄
		副 査	松田 浩
		副 査	中村 聖三
		副 査	奥松俊博

・ 論文審査の結果の要旨

小西康彦氏は、昭和 51 年 3 月長崎大学工学部を卒業後、昭和 51 年 4 月に梶谷エンジニア(株)に入社し、下水道管きよの実施設計に従事し、主にシールド工の設計技術者として活躍し、平成 2 年には現在勤務の(株)日水コンに入社した。平成 15 年から管路施設の地震関連業務を総括するとともに、下水道協会や土木学会等の委員会委員として、調査研究に当たっている。同氏は、平成 20 年 4 月に生産科学研究科に入学し、現在に至っている。

生産科学研究科においては、システム科学を専攻して、所定の単位を取得するとともに、「下水道管路施設の地震時挙動と対策に関する研究」と題する論文を完成させ、平成 22 年 5 月に参考論文 8 編（審査付論文 3 編、1 編は修正中）を添え長崎大学大学院生産科学研究科に博士(工学)の学位を申請した。

長崎大学大学院生産科学研究科教授会は、平成 22 年 7 月 21 日の定例教授会において予備審査委員会による予備審査結果および論文内容の要旨の検討に基づいて、課程修了のための学位論文提出の資格を審査し、研究科規程第 18 条ただし書きに基づく在学期間短縮を適用し、本論文を受理して差し支えないものと認め、上記の審査委員を選出した。審査委員会は公開論文発表会を行わせるとともに、口頭による最終審査を行い、論文の審査および最終試験の結果を平成 22 年 9 月 8 日の定例教授会に報告した。

下水道管路施設の耐震設計の歴史は、兵庫県南部地震以後に発刊された「下水道施設の耐震対策指針と解説-1997 年版-」から始まったといっても過言ではない。この指針は兵庫県南部地震の被害状況を分析した結果として、標準的な条件においては応答変位法の採用や液状化による継手の抜け出し・屈曲角の照査が必要となった。現在は「2006 年版」が改定発刊されているが、新設における基本的な設計の思想に変更はなく、既存施設の知見を加えた内容となっている。この耐震指針は下水道独自の考え方に基づくものであり、他の指針類や研究成果などの考え方に対して異なるとされる課題がいくつか見られる。本論文はそのうち、次の 3 つの課題について研究を行ったものである。

まずは、最近の地震による下水道管路施設の被害で最も顕著なマンホールの浮上の問題を取り上げた。マンホールが浮上する原因が、砂地盤の液状化によるものであること、特に周辺地盤に液状化の恐れがない場合に埋め戻し砂の液状化によるマ

ンホール浮上が多いこと、比較的新しく施工された管路施設は締め固めが不十分であり被害が発生しやすいこと、などを被害分析により明らかにした。また、その対策として、新設・既設の一般的な液状化対策工を示し、マンホールの浮上抑制対策として今回新たに開発した「安心マンホール工法」について、そのメカニズムや浮上量の算定方法などを確立した。さらに、下水道普及率が全国平均で70%を超える越える現状においては、既設マンホールへの適用が必須として、各種施工機械の開発や安全・確実に施工が可能な「簡易な凍結工法」、マンホール周辺地盤を締め固めて壁面と周辺地盤の摩擦力を増強させる「起振工」をそれぞれ確立させた。

次に、地震時に管きよに作用する周面せん断力の影響を取り上げた。現指針は円形管路における周面せん断力の影響を無視して計算することとなっているが、ボックスカルバートやシールドなどでは周面せん断力を作用させて耐震計算を行うことは常識である。そこで、管径 $\phi 500$  から $\phi 10,000$  までの数種類について、管径や地盤条件の違いによる土の滑り・剥離現象を数値解析により求め、周面せん断力が管径の大小によりどう変化するかを調べた。数値解析には応答震度法を用い、地盤が線形の場合と非線形の場合について計算を行ったが、小口径になるほど断面力の低減効果は大きくなり、 $\phi 1,000$  mmを超えると低減効果はほとんどないことが分かった。また、小口径における断面力の低減効果は滑り現象が主体であり、剥離減少は生じないことも明らかとなった。

最後に、管軸方向に働く突込み力を取り上げた。現指針では、継手の抜け出しや屈曲角の照査は行うが、圧縮方向の照査は行っていない。これは、管が圧縮破壊した被害事例がこれまでなかったことによるが、硬軟急変化部のような特殊条件ではレベル2地震動でも推進管が破壊する可能性のあることを数値解析により明らかにした。その上で、推進管の継手に発泡ポリスチレンを材料とするクッション材を設置して管軸方向の圧縮力を低減する継手を考案し、その効果を数値解析により検証した。その結果、硬軟急変化部の前後の継手全てに考案した特殊継手を設置すれば、推進管に発生する圧縮強度は許容圧縮強度以下で破壊しないこととなり、クッション材が有効に機能することが検証できたことから考案した装置の有用性を実証した。

以上のように、学位審査委員会では、本論文は下水道管路施設の耐震設計の進歩に貢献するものであることを認め、博士（工学）の学位に値するものとして合格と判定した。