

削減合流式下水道溢水 (CSO) 污染负荷的对策 研究

Study on CSO Control Plan in Chofu City of Metropolitan Tokyo

郭一令¹ 朱春默² 山崎 義広² 高木 竜一²

1 青岛理工大学 环境与市政工程学院

2 日本 株式会社 三水设计研究院

1. 前言

日本的 192 个的城市 (约 8.7%)，处理区面积 227 千 ha 地区采用合流式下水道。在合流式下水道修建地区，一部分雨污混流水未处理直接排入到河川和海洋。因此近年来，从合流式下水道的溢水 (CSO) 给环境和卫生方面带来影响，成为环境领域新的课题。为了高效地研究制定削減合流式下水道的溢水负荷方案，使用流出解析模型计算来预测雨天时污染负荷量是个很有效的办法。

本论文中，我们介绍在消滅东京调布市的合流式下水道流出负荷方案研究制定时，进行的由分布型流出解析模型 (MOUSE) 模拟流出污染负荷量的解析及评价方法，消滅合流系统流出负荷对策目标的设定方法、对策的制定，对合流环境改善事业效果的评价方法等。

2. 研讨对象地区的概要

调布市几乎位于东京的中央的近郊居住生活型城市，市东部邻接东京 23 个区，行政区面积 2,153ha，人口约 21 万人。该市的下水道修建事业在 1967 年动工，整个下水道区域 2037.30ha，合流制部分区域是 1,832.37ha，占大约 90%。在合流制区域内设置了 28 个流出口，因此雨天时溢水未经处理直接排入到河川，对公共用水产生不良的影响。

3. 削減污染负荷流出方案的研究制定方法概要

为了有效地研究制定削減合流制污水流出方案，在充分掌握下水道设施现状和未处理流出水等实际情况基础上，利用流出解析模型的模拟，输入现状资料及把溢水 (CSO) 对策案等，求解全年污染负荷量，溢流次数等，从而能定量地解析对策方案的改善效果。

图 1 表示在研究削減合流制流出污染负荷方案中的的研究制定流程。为了进行流出解析，首先将对象地区模型化。然后为提高解析精度，利用以前的流出负荷监视调查结果，调整 Mose 模型中的有关参数，提高解析模型的再现精度。然后，用有代表性的降雨年的降雨数据进行流出现状模拟解析，利用 Mouse 流出模型计算预测从流出口的年度流出量、溢流次数。

在 CSO 削減对策方案的制定中，选定削減流出负荷的设施 (如调节池，渗透设施等)，进行模拟分析，定量的评价改善效果。

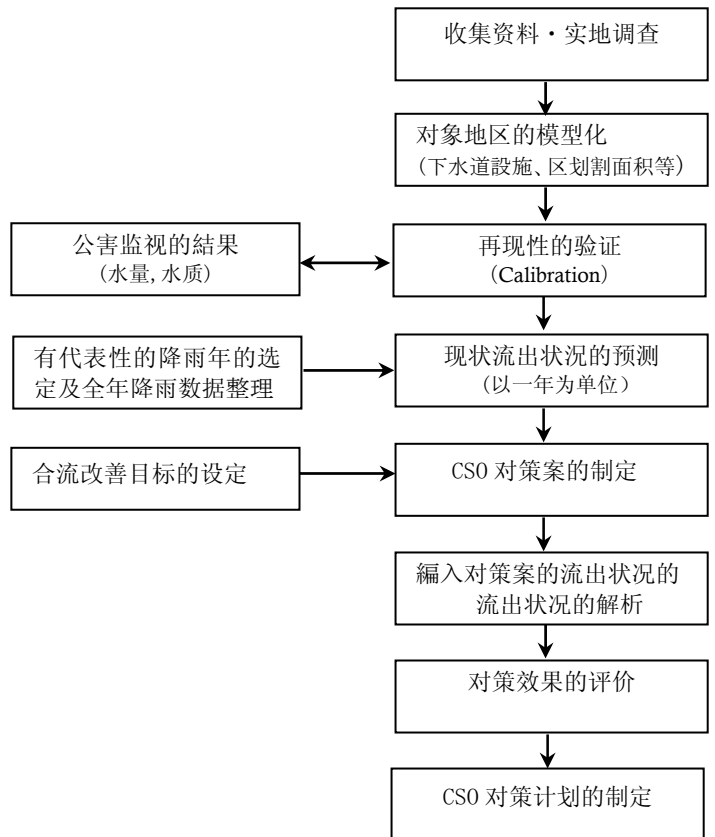


图 1 削減污染负荷计划的研讨流程

4. 排水区的模型化及调整有关参数再现区域的流出解析的特性

对象区域的模型化，是为了能够使用流出解析模型解析，将该地区的地面流出信息及跟下水道设施有关的数据等（如检查井，管道、堤坝，流出口等）输入微机，进行的对象流域的数据化。其中作为地面流出信息的，每一分区面积及不渗透域面积率（Imp），运用了地理信息系统 GIS，把地表面分类为屋顶，道路及绿地，测定各种类型的面积后算出不渗透域面积率，把每一分区的地面流出信息逐一输入 Mouse 模型中。由此得出整个研究地区的平均不渗透域面积率是 53.8%。关于有关下水道设施的数据，是依据下水道设施图纸档案，进行模型化的。

同时，为了提高流出污染负荷解析的精度，对照实测值调整 Mouse 模型中的与流出特性有关的参数值，使模型的计算值与调查实测结果的观测值尽可能的接近，以验证流出解析模型的再现性。

如图 2，图 3 所示，水位及水质（BOD）的实际测量和解析值几乎一致，验证了 Mouse 模型能够再现流出的变化特性（水量、水质）。

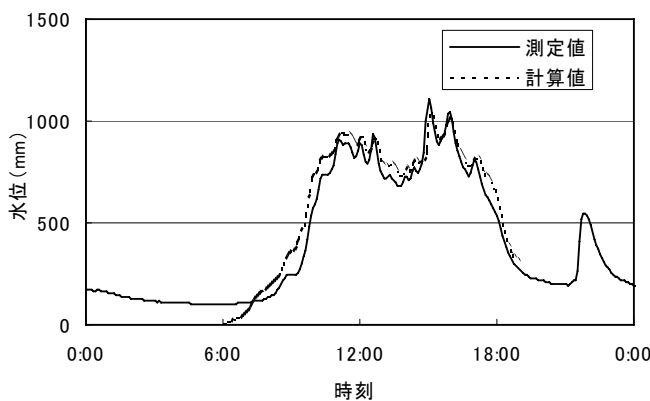


图 2 水位再现性的验证

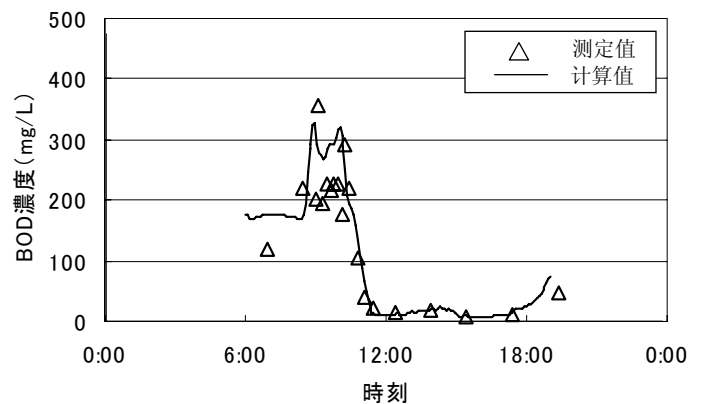


图 3 水质再现性的验证

5. 现状的流出水量·污染负荷量的预测

用于模拟解析的降雨数据，参考了该地域雨量观测所过去 10 年的降雨次数和降雨量，将具有代表性的 1999 年的 87 次降雨作为模拟计算用降雨。

图-4 表示了用 1999 年降雨数据（87 次降雨）进行的雨水流出水量解析结果及污染负荷解析结果。从这个解析的结果中，我们能够知道该地区一年中总流入水量的大约 39%来源于晴天时污水。在总流入 BOD 负荷量中，来源于晴天时的负荷占一年总量的大约 72%。雨天时的水量比例是截流量占 61%，溢流的未处理水量占 39%。雨天时排出的 BOD 负荷量中截流量占 78%。

图-5 表示 28 个流出口的一年溢流次数计算结果。由图-5 可知，一年 87 次降雨中，各个溢流井溢流发生次数分别是 3-83 次，每溢流井溢流次数各不相同。

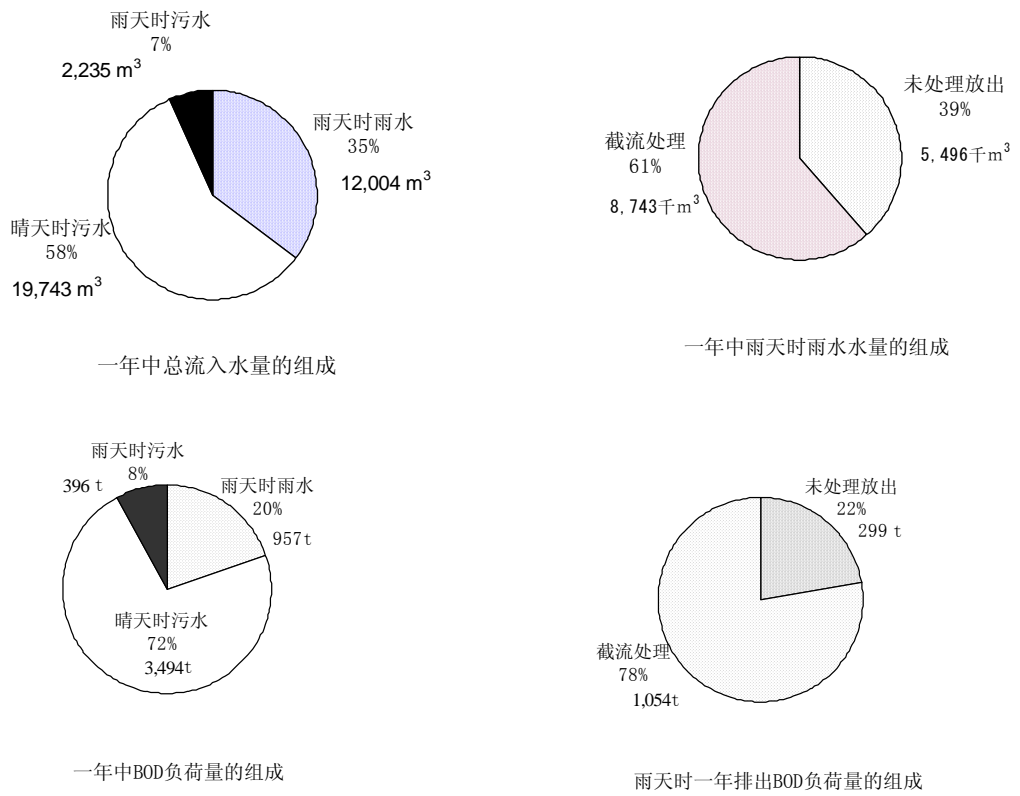


图 4 排水系统改造前一年中的排出水量及污染负荷

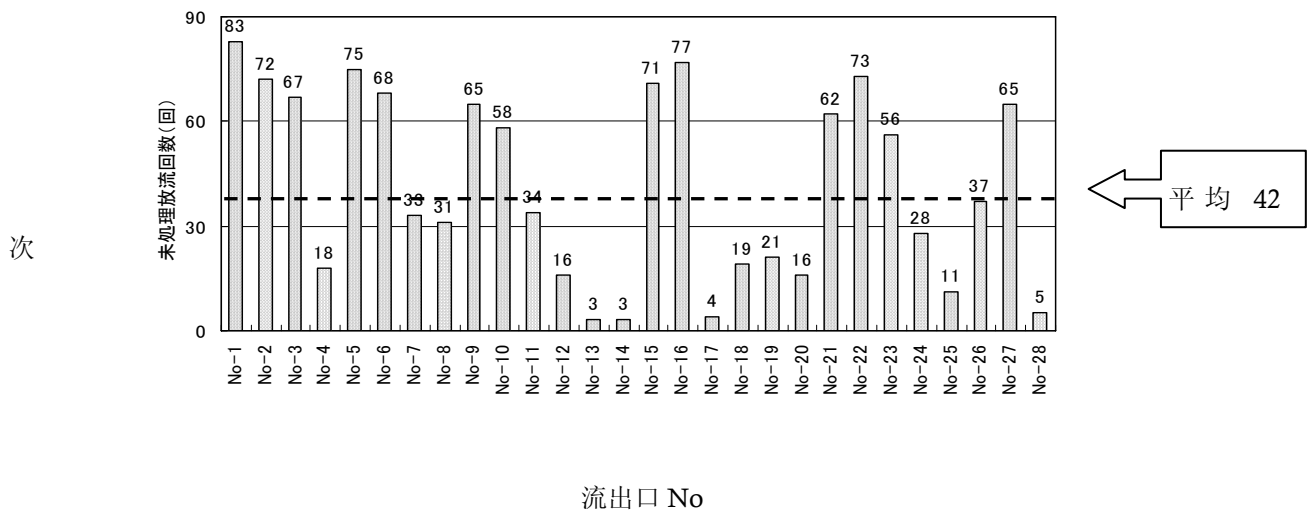


图-5 一年中溢流次数 (未处理溢流次数)

6. 合流制排水系统环境目标及方案的研究

合流制排水系统环境目标改善的基本思路是 (1) 削减污染负荷量, (2) 确保公共卫生, (3) 清除飘浮物, 根据该地区的环境要求设定了如下的环境目标。

表1 合流制排水系统环境目标改善及实施方案（实施年限：约10年）

项目	改善目标	现状	目标值	削减量	对策设施案
1、污染负荷量削减	达到分流制下水道水平	508.8 t /年	306.8 t /年	202.0 t /年	渗透设施 + 贮留设施
2、卫生面的安全	溢流次数的减少 50%	3~83 次	30 次/年	—	

其中，对于（1）设定的目标为「达到分流制下水道水平」，对于（2）设定了目标为「一年溢流次数的减少 50%」。

从合流制地区排出的一年的「现状」污染负荷量，是把 28 个处雨水流出口的溢流负荷量和最终污水处理厂的排出负荷量合计算出来的。

关于污染负荷量的削减「目标值」，设定为不超过分流制下水道的情况下排出的污染负荷量，该目标值由以下的算式算出。

$\begin{aligned} \text{分流制下水道负荷量} &= \text{分流制污水负荷量} + \text{分流制雨水负荷量} \\ &= \text{分流制污水量 (DWF)} \times \text{处理水水质} + \text{分流制雨水量} \times \text{分流制雨水水质} \end{aligned}$

为达成环境改善目标（1）、（2），选定了雨水贮留设施和渗透设施方案。雨水贮留设施能有效削减雨天时从流出口的溢流次数和排出量。同时，通过降雨时贮留、降雨结束后进行适当的处理等能够削减溢流负荷量。关于渗透设施，由于作为国家综合性的治水对策的一部分，向公共设施，住宅等推广设置雨水流出抑制设施（渗透检查井等），这些渗透设施将产生的一定的环境改善效果。

关于环境改善目标（3），是通过在雨水流出井处设置过滤格栅来完成的。

7. 合流制环境改善效果的评价

关于方案中的渗透设施及贮留设施的 CSO 削减效果，对于该地区进行了如图-2 所示那样的模拟分析，并根据模拟结果结果进行了评价。由此得出，只利用渗透设施的话，达不到既定的环境改善目标，要达到目标进一步需要 1.0mm 的贮留规模。

表2 合流制环境改善方案选择及流出解析结果

方案	概要		解析结果	
	上段: 渗透检查井 下段: 渗透渠	上段: 贮留规模 下段: 容量	污染负荷量 (BOD) 目标: 306.8 t /年	未处理排出次数 目标: 30 次/年
现状	5 台 / ha 13m / ha	—	508.8 t /年	3~83 次
CASE-0	现状+10 台 / ha 现状+20m / ha	—	×	×
			389.8 t /年	3~65 次
CASE-1	现状+10 台 / ha 现状+20m / ha	0.6 mm 贮留 (6, 100 m³)	○	×
			295.1 t /年	0~36 次
CASE-2	现状+10 台 / ha 现状+20m / ha	0.9 mm 贮留 (9, 200 m³)	○	×
			294.5 t /年	0~34 次
CASE-3	现状+10 台 / ha 现状+20m / ha	1.0 mm 贮留 (9, 800 m³)	○	○
			293.6 t /年	0~29 次
CASE-4	现状+10 台 / ha 现状+20m / ha	1.2 mm 贮留 (11, 800 m³)	○	○
			286.7 t /年	0~27 次
CASE-5	现状+10 台 / ha 现状+20m / ha	1.5 mm 贮留 (14, 700 m³)	○	○
			280.0 t /年	0~27 次

8. 总结

- ① 在 CSO 削减方案制定上，运用分布型流出 Mouse 模型，通过实测值调整模型中的特性参数，能够提高解析的精度。
- ② 为了达到该地区的 CSO 削减目标，渗透设施和贮留设施（1mm 贮留）的配合是经济有效的。
- ③ 比较 CSO 削减方案（渗透+贮留）和完全分流制方案的建设费用，完全分流制的建设费要高出几倍，可以说 CSO 削减方案（渗透+贮留）比完全分流制好。