

横浜市における下水道管きょ老朽化対策の 課題検討について

横浜市 高野 政和、○権正 梓

1. はじめに

本市では、都市基盤整備の在り方や局所的豪雨への対応といった社会情勢の変化に応じて、計画雨水流出量の算定基準を見直してきた背景がある。これまでの改築事業では、旧基準で整備した管きょの流下能力を現行基準で評価し、能力不足箇所について機能向上を図る拡径・布設替えを実施してきたが、施工制約が厳しく輻輳する埋設物などへの対応が事業進捗を妨げきた。現在では、老朽化対策のスピードアップを第一に考え、浸水実績の要因となる路線以外は、現況の流下能力確保を前提に更生工法を主体とした整備手法（以下、更生工法主体整備という）に切り替えている。

更生管きょに改築した場合、管材の粗度係数が小さくなるなど一般的に流下能力を維持できると言われているが、先に述べたように旧基準で整備した管きょは、現行基準で算出した流出量に対して自由水面を確保できない状況であり、圧力状況下における水衝や排水区域全体を考慮した際には、流速の増加に伴う損失水頭の増加、流達時間短縮による雨水流出量の増加など、動水位上昇のリスクが懸念される。そのため、更生工法主体整備を実施していく上で、配慮すべき事項の課題検討結果を報告する。

2. 更生工法主体整備前後のシミュレーション結果

本検討の契機となった更生工法主体整備実施後の浸水シミュレーション結果をつぎのとおり示す。

現在、改築事業を進めているS地区において、表1の設定条件で浸水シミュレーションを実施した結果、人孔水位について整備前と比較すると図1のとおり約45%の箇所で水位が上昇（約55%は水位低下）し、最大上昇値は55cmであった。

また、地表面解析によるメッシュの浸水深は、更生工法主体整備実施後の浸水エリア（179.6ha）の約13.8%（24.7ha）で高くなり、約25.1%（45.0ha）で低下した。浸水深が最も上昇した値は17.0cmで上昇箇所の平均上昇値は0.5cmであった。

更生工法主体整備を実施した場合、動水位が上昇する箇所の存在を確認したため、その要因を分析し、浸水リスクを考慮した整備の進め方を検討することとした。本検討フローを図2に示す。

表1 S地区シミュレーション条件

地区名	:S地区
排水面積	:250ha (高低地区を含む合流区域)
管きょモデル	:浸水対策が予定される箇所を除いた、全ての管きょに更生工法を実施する想定
シミュレーション降雨	:57.9mm/h
更生実施後の管径	:管径毎の更生厚分を縮径
更生実施後の粗度係数	:0.010

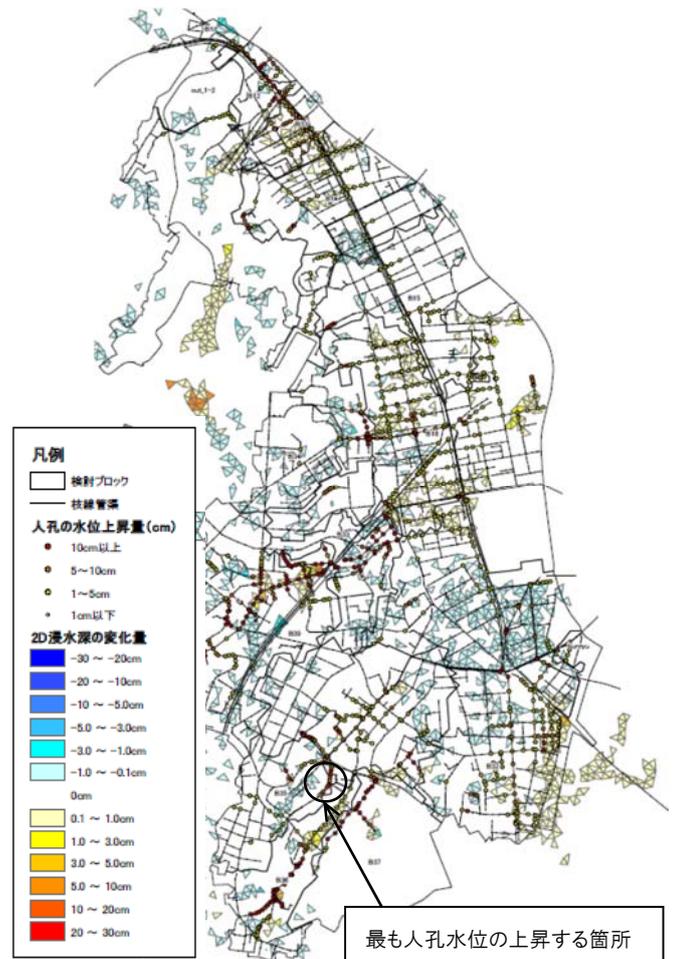


図1 S地区更生工法主体整備後の人孔水位

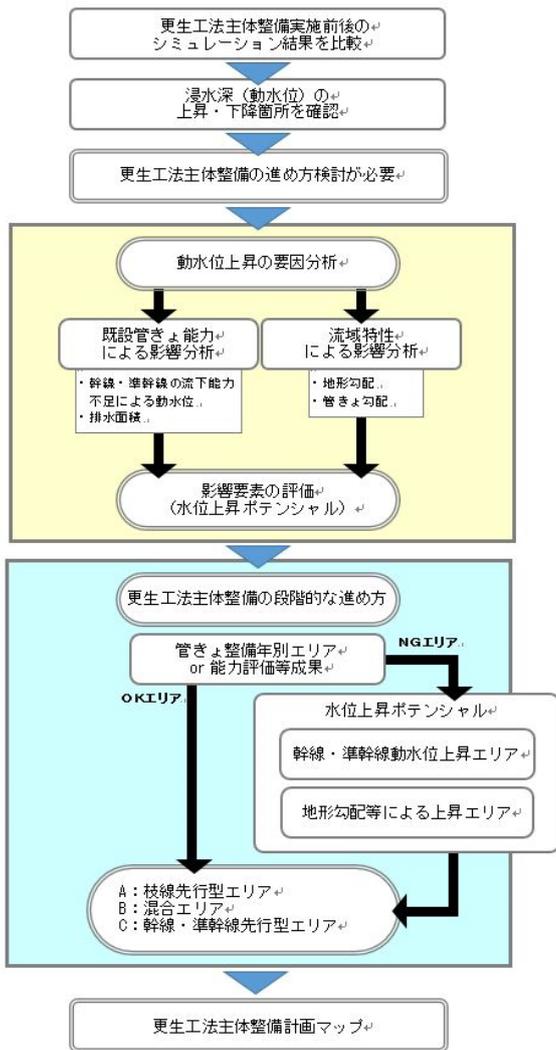


図2 検討フロー

いく必要がある。また、今後、他流域での検証サンプルを増やしつつ原因を検証し、解析上で能力増強対策を実施後、水位が低下するか確認していく。

4. 計画雨水流出量算定基準の変遷と管きよ能力評価

本市の計画雨水流出量の算出については、表2のとおり現在は全て合理式を用いているが、以前は一部で実験式を用いていた。更生工法主体整備の進め方を考える上で必要な既設管きよの流下能力を判断・評価するため、現行と過去の基準で算出する計画雨水流出量に乖離のある区間、言い換えると現行水準と比較して能力の不足が最も大きくなる区間を基準年度ごとに整理した。

3. 動水位上昇箇所の分析

浸水シミュレーションの結果、現況と比較して老朽化対策後に、動水位が上昇する箇所を詳細に分析し、次の2項目に注目した。

(1) 幹線・準幹線の動水位による影響

排水区域面積が概ね3ha以上ある管きよで、自らの管及び下流域の幹線能力不足による背水を受けている系統(図3)で、人孔水位の上昇が大きく見られた。浸水深の上昇との関連性も見られた。

(2) 地形勾配が急な箇所、もしくは変化点による影響

地形勾配が急、もしくは変化する場所では、自由水面を確保できなくなる事で人孔水位の上昇が大きく見られた。しかし、浸水深の上昇との関連性が見られなかった。

この他、流域特性と考えられる要素(流域の縦横比、合流地点数等)についても分析したが、人孔水位上昇箇所との明確な相関は見られなかった。

到達時間の要素もあるが、特に、更生工法主体整備に伴う人孔水位の増加には、φ800以上、流域面積3ha以上の管きよとその下流幹線の流下能力不足の度合いによる影響が大きいと考えられ、更生工法主体整備の進め方を考える上では、(1)(2)を整備対象エリアの水位上昇ポテンシャルととらえて

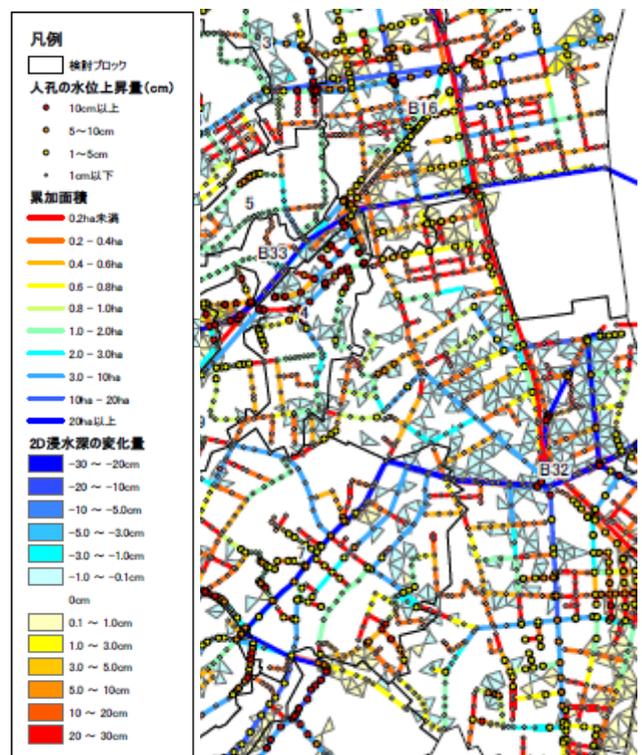


図3 水位上昇箇所と浸水深上昇箇所

計画雨水流出量の算出式においては、排水面積Aと流達時間tが変数となっている。(実験式で用いていた地表勾配sは排水面積Aとの関係に用いており、流達時間tとして取り扱った。)この変数の関係性は、流域ごとの地表面勾配(自然排水区域とポンプ排水区域)や流出係数によって異なると考えたため、幹線流域ごとにA-t曲線としてまとめ、基準年代(整備年次)ごと流達時間から計画雨水流出量を算出することを試み、現行基準との乖離を確認した。S地区における結果を図4に示す。

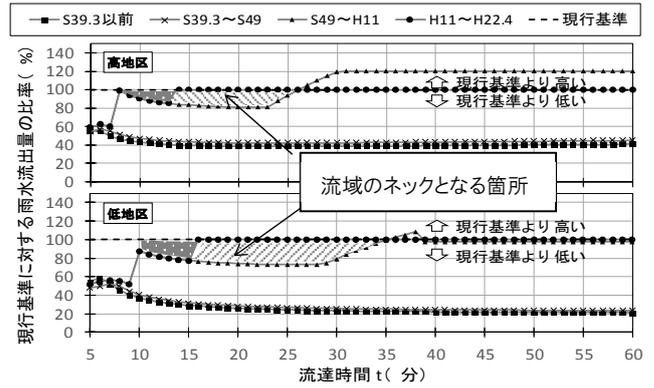


図4 現行基準に対する旧基準の流出量比率

この現行基準と旧基準の流出量比率を用いて、流域内を合流雨水への分水ブロック単位に分割したエリアに反映させることで、流域のネックとなる箇所や、増強管の整備状況が判断できる。この作業においては、合流管の布設年次のみでなく、増強した合流雨水管の整備年次も配慮した。合流雨水管が、現行基準に対して不足がある場合、その上流側ブロックは背水による影響を受ける可能性があるものとして取り扱った。

表2 計画雨水流出量算定基準の主な変遷

年次	地区	計画降雨(mm/h)	雨水流出量算定式		SまたはI	雨水管渠余裕率
S49~H11	1ha未満	60.0	実験式(直線式)	$Q = C \cdot I \cdot A \cdot S = 0.1667 \cdot C \cdot A$	$S = 1, I = 60$	20%
	1~3ha	60.0	実験式(Brix式)	$Q = C \cdot I \cdot A \cdot (S/A)^{1/6} = 0.1667 \cdot C \cdot A^{5/6}$	$S = 1, I = 60$	
	3~100ha	60.0	実験式(Brix式)	$Q = C \cdot I \cdot A \cdot (S/A)^{1/6} = 0.29385 \cdot C \cdot A^{5/6}$	$S = 30, I = 60$	
	100~200ha	60.0	実験式(直線式)	$Q = (0.22517 \cdot A - 8.878) \cdot C$	-	
	200ha以上	47.0	合理式(5年確率)	$Q = 1/360 \cdot C \cdot I \cdot A$	$I = 880/(t^{0.65} + 4.4)$	
H11~H22.4	1ha未満	60.0	実験式(直線式)	$Q = C \cdot I \cdot A \cdot S = 0.1667 \cdot C \cdot A$	$S = 1, I = 60$	20ha未満: 20%以上
	1~3ha	60.0	実験式(Brix式)	$Q = C \cdot I \cdot A \cdot (S/A)^{1/6} = 0.1667 \cdot C \cdot A^{5/6}$	$S = 1, I = 60$	
	3~20ha	60.0	実験式(Brix式)	$Q = C \cdot I \cdot A \cdot (S/A)^{1/6} = 0.29385 \cdot C \cdot A^{5/6}$	$S = 30, I = 60$	
	高地区20ha以上	47.0	合理式(5年確率)	$Q = 1/360 \cdot C \cdot I \cdot A$	$I = 880/(t^{0.65} + 4.4)$	
	低地区20ha以上	57.9	合理式(10年確率)	$Q = 1/360 \cdot C \cdot I \cdot A$	$I = 1,452/(t^{0.70} + 7.5)$	
H22.4~現在	高地区	47.0	合理式(5年確率)	$Q = 1/360 \cdot C \cdot I \cdot A$	$I = 880/(t^{0.65} + 4.4)$	なし
	低地区	57.9	合理式(10年確率)	$Q = 1/360 \cdot C \cdot I \cdot A$	$I = 1,452/(t^{0.70} + 7.5)$	

Q: 雨水流出量(m³/s), C: 流出係数, I: 降雨強度(mm/h)※実験式では1時間降雨強度…60(mm/h) = 0.1667(m³/ha/sec), A: 排水面積(ha), S: 地表平均勾配(%)

5. 今後の検討の方向性

今後は、図2で示す検討フロー「更生工法主体整備の段階的進め方」について引き続き検討を進める。

今回作成した整備年次による流下能力評価や既存設計等の能力評価結果を元に、更生工法主体整備が実施可能か判断し、水位上昇ポテンシャルを有するエリアにおいては、流出解析を用いて段階的に整備エリアを拡大する視点や、幹線・準幹線の増強を先行して整備するなど、整備エリアごとに進め方を考えていく。(図5)

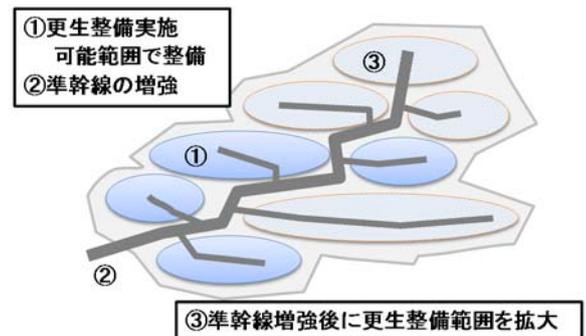


図5 B: 混合エリアの整備エリア設定例

6. おわりに

高度経済成長期以降、急速に下水道普及を成し遂げた本市においては、老朽化対策は緊急性を増しており、スピード感を持った更生工法を主体とした整備は、より増大すると考えている。その際、更生工法主体整備によって動水位が上昇する事を十分理解した上で、浸水被害に繋がるのか見極めて事業展開する必要があり、浸水対策と老朽化対策の緊急性とのバランスを図りつつ、事業を進めていくことが重要と考える。

問合わせ先: 横浜市環境創造局下水道管路部管路整備課 権正 梓

〒231-0017 横浜市中区港町1-1 TEL:045-671-4314 E-mail:az00-gonshou@city.yokohama.jp